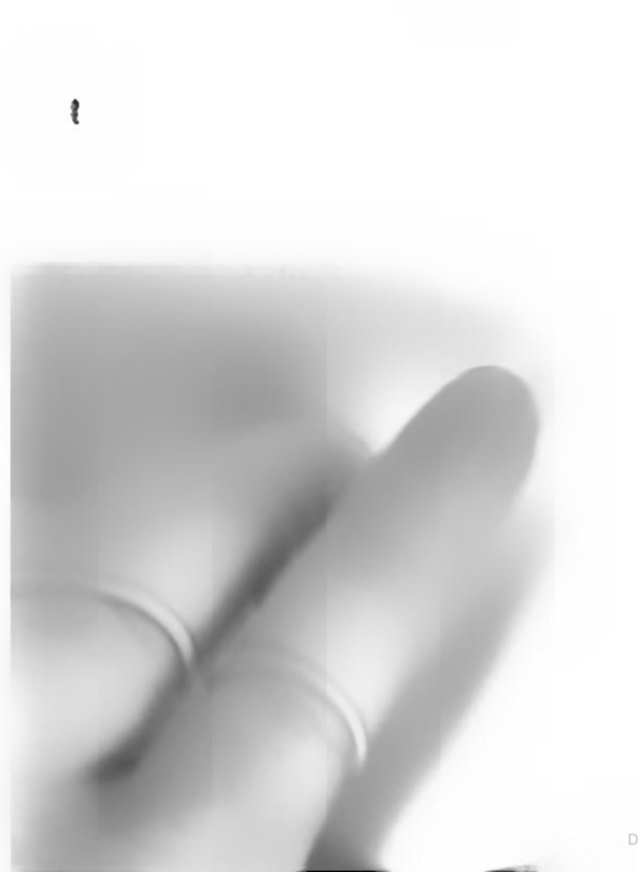






Physikalisches Wörterbuch

IX. Band.

Erste Abtheilung.

T — Thermol.

Johann Samuel Traugott Gehler's

Physikalisches Wörterbuch

neu bearbeitet

von

Gmelin. Littrow. Muncke. Pfaff.

Neunter Band.

Erste Abtheilung.

T — Thermol.

Mit Kupfertafeln I bis X. und II Charten.

Leipzig,
bei E. B. Schwickert.
1838.

T.

Tabellen.

Tafeln; *Tabulae*; Tables; *Tables.* Dieses Wort wird in der Physik, Astronomie u. s. w. in einer doppelten Bedeutung gebraucht. Erstens heiſst es so viel als *Verzeichniſs* oder *Sammlung* mehrerer zusammengehörenden Gegenstände. So hat man Tabellen oder Tafeln der specifischen Gewichte, der Brechungs- oder Zerstreuungskraft, der Ausdehnung der Körper durch die Wärme, Tafeln der verschiedenen Längenmaſse und Gewichte u. dgl. Die Einrichtung und der Nutzen solcher Tafeln ist bekannt und bedarf daher hier keiner besonderen Erläuterung.

Zweitens versteht man aber auch unter *Tabelle* jede Reihe von Zahlen, die nach einem bestimmten, durch irgend einen analytischen Ausdruck gegebenen Gesetze fortgehen. Diese Tafeln verbreiten sich über das ganze groſse Gebiet der Mathematik und aller darauf gebauten Wissenschaften, der Astronomie, Physik, Optik, Chemie u. s. w., und sind daher von dem wichtigsten Einflusse. Sie gewähren eine schnelle Uebersicht aller der numerischen Werthe, die eine gegebene analytische Formel annehmen kann, und sie geben ein Mittel, jeden dieser besonderen Werthe sicherer zugleich und bequemer zu finden, als dieſs durch die unmittelbare Berechnung jener Formel geschehen kann. Diese Sicherheit und Bequemlichkeit ist es vorzüglich, wodurch ihr Werth bestimmt wird, und dieser Werth ist bei vielen dieser Tafeln so groſs, daſs durch sie der Fortgang der Wissenschaft selbst unmittelbar gefördert, daſs die Arbeit des Rechners dadurch oft ungemein erleichtert und gesichert und daſs durch die wohlthätige Hülfe dieses Mittels das Leben der den Wissenschaften gewidmeten Menschen

gleichsam verdoppelt und vervielfacht wird. Man gedenke nur unserer Logarithmentafeln und unserer trigonometrischen Tabellen, mit deren Hülfe wir Rechnungen in einer Stunde ausführen können, zu denen wir, ohne diese Tafeln, Wochen und Monate gebraucht hätten.

Viele dieser Tafeln sind sehr einfach, aber darum nicht weniger nützlich. Hierher gehören z. B., um nur einige der vorzüglichsten anzuführen, die Tafeln der Orte, welche die Fixsterne am Himmel einnehmen, oder die sogenannten *Sternkataloge*. Die ältern Tafeln dieser Art enthalten die *Länge* und *Breite* der vorzüglichsten Fixsterne; die neuern aber geben die *Rectascension* und *Declination* derselben für eine bestimmte Epoche, z. B. für den Anfang des Jahres 1800. Da die Rectascension und Declination der Fixsterne durch die Präcession der Nachtgleichen[1] und zwar für jeden Stern besonders geändert wird, so ist diese Doppelwirkung der Präcession jedem Sterne beigefügt. Dadurch ist man in den Stand gesetzt, die Rectascension und Declination aller in dem Kataloge enthaltenen Sterne auf jede andere Epoche zu bringen, und z. B. anzugeben, welches die Lage dieser Sterne gegen den Aequator im Anfange des Jahres 1840 seyn wird. So hat man z. B. aus dem bekannten Sternkataloge Piazzi's für den Fixstern Wega oder α Lyrae im Anfang des Jahres 1800

Rectasc. . . 277° 32′ 29″,4.., jährl. Präcession + 30″,44
Declination.. 38 36 20,8 nördl..., jährl. Präc. + 2″,88.

Sucht man daher die Rectasc. und Declin. dieses Sterns für den Anfang des Jahres 1840, so wird man zur gegebenen Rectascension die Gröfse 40(30″,44) = 0° 20′ 17″,6 und zu der gegebnen Declination die Gröfse 40 (2″,88) = 0° 1′ 56″,2 addiren und so für den Anfang des Jahrs 1840 erhalten

Rectasc. . . . 277° 52′ 47″,0 und
Declination . . 38° 38′ 17″,0.

Für eine Zeit vor 1800 würde man die entsprechenden Producte, die wir addirt haben, subtrahiren, und dasselbe würde auch der Fall seyn, wenn die in dem Kataloge angegeben jährliche Präcession statt positiv, wie oben, negativ wäre. Schon hier erscheint diese Zugabe der Tafeln für die jährliche Präcession als eine grofse Bequemlichkeit, da man sie sonst

---

1 S. *Vorrückung der Nachtgleichen.*

für jeden besondern Fall mittelst der Logarithmentafeln nach folgenden Formeln berechnen müſste:

Jährl. Präcess. in Rectasc. $= 46'',05 + 20'',06 \, \text{Sin.} \, \alpha \, \text{Tang.} \, \delta$,

Jährl. Präcess. in Decl. $= 20'',06 \, \text{Cos.} \, \alpha$,

wo α und δ die in dem Kataloge gegebene Rectascension und Declination des Sterns bezeichnen.

Noch einfacher, da sie gar keine weitere Reduction, wie in dem vorigen Beispiele für die Präcession, bedürfen, sind alle diejenigen Tafeln, deren Gebrauch sich nur auf eine Addition ihrer verschiedenen Theile bezieht. Die Astronomen müssen z. B. sehr oft den Bogen in Zeit oder umgekehrt verwandeln, indem sie die Peripherie des Kreises bald in 360 Grade, bald wieder in 24 Stunden theilen. Da 24mal 15 gleich 360 ist, so würde man allerdings jeden gegebenen Bogen nur durch 15 dividiren dürfen, um ihn in Zeit ausgedrückt zu erhalten. Wäre z. B. der Bogen

$$245^\circ \, 23' \, 16'',35$$

gegeben, so würde man zuerst die Secunden und Minuten durch Division mit 60 auf Grade bringen, wodurch man erhält

$$245^\circ,387875,$$

und diese Zahl durch 15 dividirt giebt

$$16^h,3591917.$$

Da man aber die Zeit nicht in Decimalbrüchen der Stunde, sondern in Minuten und Secunden anzugeben pflegt, so wird man die letzte Zahl wieder zweimal durch 60 multipliciren, um endlich die gesuchte Zahl

$$16^h \, 21' \, 33'',090$$

zu erhalten. Aller dieser kleinen Reductionen aber wird man überhoben seyn, wenn man eine Tafel hat, die für jeden Grad, für jede Bogenminute und für jede Bogensecunde die entsprechende Zeit angiebt. Mit Hülfe einer solchen Tafel, die man in allen astronomischen Compendien findet, erhält man

245°	=	16^h	$20'$	
$23'$	=		1	$32''$
$16''$	=			$1,0667$
$0'',3$	=			$0,0200$
$0'',05$	=			$0,0033$
Summe . . .		16^h	$21'$	$33'',0900$

wie zuvor.

Noch gröſser erscheint der Vortheil so eingerichteter Tafeln bei der Berechnung des mittleren Orts[1] der Sonne, des Monds oder eines anderen Körpers unsers Planetensystems. Da sich der sogenannte mittlere Planet gleichförmig bewegt, so ist es hinreichend, den Ort desselben in seiner Bahn für irgend eine gegebene Epoche und seine tägliche Veränderung zu kennen, um daraus für jede andere Zeit vor oder nach jener Epoche die mittlere Länge des Planeten durch Rechnung zu bestimmen. Ist z. B. bekannt, daſs die mittlere Länge der Sonne am ersten Januar 1830 im Augenblick des mittlern Mittags in Wien gleich 279°,597 und daſs die tägliche Veränderung dieser mittlern Länge gleich 0°,9856472 ist, so wird man daraus die mittlere Länge der Sonne für jede andere Zeit, z. B. für den 25. Mai 1842 um $8^h\ 12'\ 36''$ mittlerer Zeit in Paris, finden können. Da nämlich die Längendifferenz zwischen Paris und Wien $0^h\ 56'\ 10''$ ist, so ist die gegebene Zeit 1842 den 25. Mai $9^h\ 8'\ 46''$ mittlere Wiener Zeit. Seit 1830 bis zu der letzten Zeit sind 12 Jahre verflossen, nämlich 9 gemeine Jahre zu 365 und 3 Schaltjahre zu 366 Tagen, und überdieſs (vom Anfang des Jahrs bis zum 25. Mai) 145 Tage, so daſs also die ganze Zwischenzeit beträgt

12 gemeine Jahre, 148 Tage, 9 Stunden, 8 Min. und 46 Sec.

Bringt man diese Zwischenzeit auf Tage und Theile des Tags und multiplicirt die so erhaltene Zahl durch 0,9856472, so wird man dieses Product zu der oben gegebenen Zahl 279°,597 addiren, um die gesuchte Länge der Sonne für den 25. Mai 1842 zu erhalten. Allein viel bequemer findet man diese Länge durch Hülfe der bekannten Sonnentafeln, die den Ort der mittlern Sonne für den Anfang eines jeden Jahres und überdieſs für jeden Monatstag, so wie auch ihre Bewegung für jede Stunde, Minute und Secunde enthalten. Diese Tafel giebt

für den Anfang des Jahrs 1842	279°,688
für den Anfang des 25. Mai	142,919
für 9^h mittl. Zeit	0,370
8′ - -	0,005
46″ - -	0,001
	422,983
	360
gesuchte Länge der Sonne	= 62°,983 = 62° 58′ 58″,8

1 S. *mittlerer Planet.* Bd. VI. S. 2313.

Man sieht aus diesen Beispielen, wie viel bequemer es seyn würde, in Zehn-, Hundert- und Tausendtheilen des Grades und der Stunde zu rechnen, als die immerwährenden Reductionen des Grads und der Stunde auf Minuten und Secunden und umgekehrt vorzunehmen.

Allein noch viel gröfser erscheinen die Vortheile dieser Tafeln, wenn die Zahlen derselben auf analytische Formeln gegründet sind. Diese letzten müfsten für jeden besondern Fall eigens berechnet werden, während uns die Tafel dieser Berechnung gänzlich überhebt, wodurch nicht nur viel Zeit und Mühe erspart, sondern auch eine gröfsere Sicherheit des Resultats erhalten wird, da diese Tafeln nicht wohl Rechnungsfehler enthalten können, wodurch die harmonische Aufeinanderfolge ihrer Zahlen schon gleich auf den ersten Anblick derselben gestört erscheinen würde.

Setzen wir, um auch davon ein Beispiel zu geben, unser vorhergehendes Exempel fort und suchen wir für die gegebene Zeit (1842, 25. Mai 9^h $8'$ $46''$ m. Z. Wien) nicht blofs die mittlere, sondern die wahre Länge der Sonne. Zu diesem Zwecke wird man, wenn man keine Tafeln hat, nebst der oben bereits gefundenen mittleren Länge der Sonne $l = 62^\circ{,}983$ auch noch auf ähnliche Art die Länge Π des Apogeums der Sonne, die hier $\Pi = 100^\circ{,}201$ ist, suchen müssen. Die Differenz dieser Gröfsen l und Π giebt die sogenannte mittlere Anomalie m der Sonne [1] oder

$$m = l - \Pi = 322^\circ{,}782.$$

Nennt man dann $e = 0{,}01679$ das Verhältnifs der Excentricität der Erdbahn zu ihrer halben grofsen Axe, so findet man die gesuchte wahre *Länge* λ der Sonne durch die Auflösung der zwei folgenden Gleichungen

$$m = u - e \operatorname{Sin.} u$$

und

$$\operatorname{Tang.} \frac{\lambda - \Pi}{2} = \operatorname{Tang.} \frac{u}{2} \cdot \sqrt{\frac{1+e}{1-e}},$$

wo u die sogenannte *excentrische Anomalie*, eine Hülfsgröfse, bezeichnet. Will man überdiefs zur vollständigen Bestimmung des wahren Sonnenorts für die gegebene Zeit auch den Radius Vector r oder die Entfernung der Erde von der Sonne,

---

1 S. *mittlerer Planet*, a. a. O.

so findet man denselben, wenn man bereits u, oder auch $(\lambda - \Pi)$ kennt, durch die Gleichung

$$r = a - a\,e\ \mathrm{Cos.}\,u$$

oder

$$r = \frac{a(\;-e^2)}{1 + e\ \mathrm{Cos.}\,(\lambda - \Pi)},$$

wo a die halbe grofse Axe der Bahn bezeichnet.

Die Berechnung dieser Gleichungen für jeden speciellen Fall, wie sie so oft vorkommen, ist mühsam und zeitraubend besonders wegen der transcendenten ersten Gleichung

$$m = u - e\ \mathrm{Sin.}\,u,$$

die nur durch mehrere Versuche oder indirect aufgelöst werden kann. Uebrigens wird man sich durch Entwickelung dieser Ausdrücke in unendliche Reihen jene Rechnungen bedeutend vereinfachen. Diese Reihen sind

$$\lambda = l - 2e\ \mathrm{Sin.}\,m + \tfrac{5}{4}e^2\,\mathrm{Sin.}\,2m$$
$$- \frac{e^3}{4}\left(\tfrac{13}{3}\ \mathrm{Sin.}\,3m - \mathrm{Sin.}\,m\right) + \ldots$$

und

$$\frac{r}{a} = 1 + e\,\mathrm{Cos.}\,m - \frac{e^2}{2}\,(\mathrm{Cos.}\,2m - 1)$$
$$+ \frac{e^3}{8}\,(3\,\mathrm{Cos.}\,3m - 3\,\mathrm{Cos.}\,m) - \ldots$$

Allein auch ihre Berechnung, oft wiederholt, fordert viel Zei[t] die man besser anwenden kann. Wie viel kürzer und be[-] quemer aber werden diese Arbeiten durch eine Tafel, welch[e] für jeden Grad von m den ihm entsprechenden Werth vo[n] $\lambda - l$ und $\frac{r}{a}$ schon angiebt. Hat man eine solche Tafel fü[r] $e = 0{,}01679$ und $a = 1$ berechnet, so findet man aus ihr so[-] fort durch eine einfache Proportion

$$\lambda - l = +1^\circ{,}145 \text{ und } \frac{r}{a} = 1{,}01347,$$

also auch, da $l = 62^\circ{,}983$ war, die gesuchte wahre Länge d[er] Sonne

$$\lambda = 64^\circ{,}128.$$

Bei dieser Gelegenheit sey es uns erlaubt, den Wunsch z[u] äufsern, dafs man diese und ähnliche Tafeln nicht ohne Not[h] in ihrer innern Einrichtung verändern sollte. Es kann Fäll[e] geben, wo diese Veränderungen geboten sind, allein um klein[e]

Vortheile willen sollte man nie althergebrachte Anordnuhgen, die der Leser schon gewohnt ist, wieder zerstören, wie schon so oft auch an den Sonnen- und Mondtafeln geschehn ist. Es entstehn daraus Irrungen und Rechnungsmifsgriffe, die viel nachtheiliger sind, als die kleinen Abkürzungen vortheilhaft sind, die man mit jenen Neuerungen erreichen will. Wenn aber diese Abänderungen ganz willkürlich und an sich selbst nutzlos sind, so sollten sie durchaus nicht zugelassen werden. Die kleinen Logarithmentafeln von Lalande z. B., die in Jedermanns Händen sind, setzen die Tangenten und Cotangenten zwischen die Sinus und Cosinus, da doch in beinahe allen frühern trigonometrischen Tafeln die Sinus und Cosinus unmittelbar neben einander stehn. Mit welchem Grunde hat man sie nun doch getrennt und dadurch allein schon zu einer Menge von Mifsgriffen Veranlassung gegeben. In denselben Tafeln hat man auch bei den Logarithmen der natürlichen Zahlen die bisher allgemein angenommene Anordnung verlassen, jede verticale Columne mit solchen Zahlen anzufangen, deren zwei letzte Ziffern 00 oder 50 sind, und dadurch ist der bequeme Gebrauch dieser Tafeln ebenfalls gestört worden. Die frühern Herausgeber dieser Tafeln, die oft ihr ganzes Leben an die Berechnung derselben gesetzt haben, hatten ohne Zweifel ihre guten Gründe, sie so und nicht anders anzuordnen, und es kann ihren Nachfolgern nicht schwer seyn, sich von diesen Gründen selbst zu überzeugen und daher auch ihnen Folge zu geben. Wir haben nur in Deutschland, obendrein in diesem Jahrhundert, eine wahre Unzahl solcher logarithmischen und trigonometrischen Tafeln erhalten, deren Verfasser beinahe alle ihre eigenen Wege gegangen sind, die sie besser verlassen haben würden, um dafür die alten von Gardiner, Schulz, Vega, Vlacq u. dgl. beizubehalten. Der eine hat ein gröfseres Format gewählt und dadurch das Aufschlagen des Buches unbequem gemacht, der andere hat die horizontalen Striche nach jeder fünften Zeile weggelassen und dadurch den Gebrauch der Tafeln erschwert, der dritte glaubte die schärfsten und schwärzesten Ziffern auf dem weifsesten Papiere nehmen zu müssen und hat dadurch nur die Augen der Rechner ermüdet u. s. w. Selbst Callet in seinen sonst so trefflichen Tafeln ist von diesen und ähnlichen Fehlern nicht frei geblieben.

In der That sollte ein Werk, wie diese logarithmischen und trigonometrischen Tafeln, die auf dem Tische jedes Rechners liegen und sein ganzes Leben hindurch nicht aus seinen Händen kommen, nicht anders als mit der gröſsten Vorsicht und mit der Berücksichtigung aller, auch der kleinsten, Umstände ins Leben treten. Auch die geringste, auf den ersten Blick beinahe verschwindende Vernachlässigung wird, tausend — und aber tausendmal wiederholt, endlich ein groſser und daher beschwerlicher Fehler. Es wäre zu wünschen, daſs Babbage in London seine Erfahrungen über diesen Gegenstand öffentlich mittheilen wollte. Als ich vor längerer Zeit die nähere Bekanntschaft dieses ausgezeichneten Mannes machte, hatte er bereits seit vielen Jahren alle Ausgaben dieser Tafeln gesammelt und verglichen, und was er an jeder derselben Gutes und Böses gefunden hatte, sorgsam zusammengestellt. Die Mikrologie, mit welcher er verfuhr, erschien auf den ersten Blick auffallend, aber der reifern Ueberlegung muſste sie sich sehr gerecht und zweckmäſsig darstellen. Was das Aeuſsere dieser Tafeln betrifft, so gab er den Vega'schen, wie sie in der ersten Auflage (Wien bei Trattner, 1783) erschienen, beinahe in allen Beziehungen den Vorzug. Die von Vega gewählte Gröſse des Formats, die stumpfen Ziffern, deren dünne und dickere Striche nur wenig von einander verschieden sind, die gewählte Gröſse dieser Ziffern, die geringere und doch noch prägnante Schwärze derselben, selbst das etwas gelbgraue, das Auge keineswegs blendende und doch die Ziffer deutlich hervorhebende Papier, die Trennung der Zeilen durch horizontale Striche, der viel kräftigere verticale Strich, der bei den Logarithmen der natürlichen Zahlen die 5 ersten Columnen von den 5 letzten trennt, diese und viele andere Einrichtungen hatten seinen ungetheilten Beifall, so wie ihm alle die Aenderungen durchaus miſsfielen, die Callet mit den so eben angeführten Eigenthümlichkeiten Vega's vorzunehmen für gut gefunden hat, vorzüglich aber die zwei ersten verticalen Columnen, die Callet den natürlichen Zahlen vorgesetzt hatte, und die in der That zu nichts dienen, als den Gebrauch des Buches beschwerlicher zu machen.

Es wäre sehr zu wünschen, daſs einer unserer ausgezeichnetsten Typographen, auf den Rath und unter der Leitung verständiger Freunde, uns eine in allen Beziehungen vorzüg-

liche, stereotype Ausgabe dieser Tafeln zu liefern sich entschliefsen möchte. Wenn sie, wie sie soll, alle anderen an Zweckmäfsigkeit und Brauchbarkeit hinter sich zurückläfst, so wird es ihr auch nicht an Abnahme fehlen, und das Bessere wird auch hier, wie überall, das Mittelmäfsige verdrängen. Auch ich habe aus langer Erfahrung die Ueberzeugung gewonnen, dafs man am besten thun würde, sich in dem Aeufseren so nahe als möglich an die älteste Ausgabe von Vega zu halten. Was aber die innere Einrichtung betrifft, so möchte ich dafür folgende Veränderungen vorschlagen.

1) Die natürlichen Zahlen, deren Logarithmen in dem ersten Theile gegeben werden, sollten nicht von 1, sondern sofort von 1000 anfangen und dabei die sogenannte Charakteristik als unnütz ganz weggelassen werden.

2) Der Decimalstellen sollen nicht 7, sondern nur 6 seyn, da diese zu allen astronomischen und physikalischen Rechnungen hinreichen. Fünf Stellen, wie in den Lalande'schen Tafeln, sind in vielen Fällen nicht genügend, die siebente aber erschwert in den meisten Rechnungen ganz unnützer Weise die Arbeit.

3) In der Tafel der Logarithmen der 4 trigonometrischen Functionen, welche die zweite Abtheilung des Werkes, das nur einen Band haben soll, bilden, sollen die ersten 5 Grade von Secunde zu Secunde und alle folgenden Grade, bis zu dem fünfundvierzigsten, von 10 zu 10 Secunden, wie bei Callet, aber ebenfalls nur in 6 Decimalstellen gegeben werden.

4) Dabei sollen aber die drei verticalen Columnen, die z. B. in Callet's Tafeln die Differenzen enthalten, wegbleiben, und dafür solche kleine Täfelchen eingeschaltet werden, wie sie Vega bei den Logarithmen der natürlichen Zahlen sehr zweckmäfsig angebracht hat. Um dieses durch ein Beispiel deutlich zu machen, würde z. B. der Logarithmus des Sin. 15° so dargestellt werden können.

	Sinus.	Diff.
15° 0′ 0″ . .	. 9,412996	1 8
10 . .	. 9,413075	2 16
20 . .	. 9,413153	3 24
30 . .	. 9,413232	4 32
40 . .	. 9,413310	5 39
50 . .	. 9,413389	6 47
15° 1′ 0″ . .	. 9,413467	7 55
		8 63
		9 71

Ist z. B. der Log. Sin. 15° 0′ 36″ zu suchen, so giebt di Tafel

Log. Sin. 15° 0′ 30″ 9,413232
und die Differenz 6 47

gesuchter Logar. . . . . 9,413279.

Ist aber umgekehrt von dem Logarithmus Sinus = 9,413365 de Winkel zu suchen, so giebt die Tafel für den nächst klei neren

Logarithmus 9,413310 den Winkel 15° 0′ 40″
und die Differenz 55 7

gesuchter Winkel . . 15°. 0′ 47″.

Diese zwei Beispiele werden hinreichen, den Gebrauc und den Vortheil der neu einzuführenden kleinen Täfelche statt jener alten fortlaufenden Differenz-Columnen in das n thige Licht zu setzen. Der Vortheil ist nämlich dreifach. 1) Ma findet durch die neuern Tafeln die zu suchende Correction vi leichter und bequemer, als durch die alten. 2) Dadurch we den die beiden Theile des Ganzen, die Logarithmen d Zahlen und die der trigonometrischen Functionen, ganz ha monisch und gleichförmig eingerichtet. Dasselbe Verfahre welches in dem ersten Theile für jede Zahl den Logarithm giebt und umgekehrt, giebt auch unverändert im zweiten Thei zu jedem Log. Sinus seinen Winkel und umgekehrt. 3) En lich fällt durch diese neue Einrichtung alle Multiplication un Division ganz weg und an ihre Stelle tritt nur Addition od Subtraction, wie es sich für die Logarithmen ziemt, dere gröſster Vortheil eben in dieser Verwechselung jener vier Rech nungsarten besteht.

Noch ist zu wünschen, daſs bei einer solchen neuen Au lage alle die unnöthigen oder wenigstens nicht hierher gehö

renden Zuthaten und Auswüchse weggelassen würden, welche so viele ältere Editionen verunzieren, ihren Preis erhöhen und durch das gröfsere Volumen des Buches den Gebrauch desselben unbequem machen. Dahin gehört z. B. die unübersehbare Einleitung über die Berechnung der Logarithmen, mit der Callet sein Buch beschwert hat; dahin die Tafeln der natürlichen Logarithmen, der Potenzen und Wurzeln der natürlichen Zahlen u. s. w., die alle recht willkommen seyn mögen, aber nicht in ein Werk dieser Art gehören, von dem jedes überflüssige Blatt entfernt gehalten werden soll, da es nur den täglichen Gebrauch desselben stört, und da diese und andere Tafeln dieser Art viel besser in einem eigenen Werkchen gesammelt werden können, das man, so oft sich der Fall darbietet, nachschlagen mag.

Die Logarithmen sind eine der schönsten Entdeckungen des menschlichen Geistes und diejenige, auf die er am meisten stolz seyn darf, da er sie nicht, wie die meisten andern Erfindungen, dem blinden Zufalle oder der vieljährigen Concurrenz einer grofsen Anzahl hochbegabter Männer zu danken hat, sondern da sie eine reine Frucht des Nachdenkens sind, und da sie endlich nicht nur auf dem Felde der Wissenschaft, sondern auch im gewöhnlichen Leben von so vielfacher Anwendung sind. Weniger für den täglichen Gebrauch, aber darum nicht minder wichtig für tiefere scientifische Untersuchungen, würde eine ähnliche tabellarische Bearbeitung der *elliptischen Functionen* seyn, deren hohen Werth man erst in unsern Tagen anerkannt hat und wohl später, wenn sie mehr entwickelt seyn werden, noch mehr anerkennen wird. Die Tafeln aber, die Legendre in seinen *Exercices du calcul intégral* gegeben hat, sind schon jetzt nicht für alle Bedürfnisse zureichend. Von dem bekannten deutschen Fleifse werden solche Tabellen vorzüglich zu erwarten seyn.

Noch müssen wir der Kunstgriffe erwähnen, die man angewendet hat, gegebene analytische Ausdrücke in zweckmäfsige Tabellen zu bringen. Dafs sich darüber keine allgemeinen Regeln aufstellen lassen, ist für sich klar, weshalb wir uns auch hier nur auf einige Beispiele beschränken. Wir wählen zuerst die bekannten Formeln der *Aberration*[1] und der *Nutation*[2]. Nennt

1 S. *Abirrung* Bd. I. S. 20.
2 S. *Vorrücken der Nachtgleichen.*

man a und p die Rectascension und die Poldistanz eines Gestirns ☊ die Länge des aufsteigenden Knotens der Mondbahn und L die Länge der Sonne, so hat man für die Nutation dieses Gestirns in Rectascension

$$\begin{aligned}\partial a = & - 15'',39 \text{ Sin. } ☊ \\ & - (6'',68 \text{ Sin. } ☊ \text{ Sin. a} + 8'',98 \text{ Cos. } ☊ \text{ Cos. a}) \text{ Cotg. p} \\ & - 1'',22 \text{ Sin. } 2\text{L} \\ & - (0'',53 \text{ Sin. } 2\text{L Sin. a} + 0'',58 \text{ Cos. } 2\text{L Cos. a}) \text{ Cotg. p}\end{aligned}$$

und für die Nutation in Poldistanz

$$\begin{aligned}\partial p = & \ 6'',68 \text{ Sin. } ☊ \text{ Cos. a} - 8'',98 \text{ Cos. } ☊ \text{ Sin. a} \\ & + 0'',53 \text{ Sin. } 2\text{L Cos. a} - 0'',58 \text{ Cos. } 2\text{L Sin. a.}\end{aligned}$$

Aehnliche Ausdrücke hat man auch für die Aberration.

Da die Astronomen diese beiden Nutationen sehr oft entwikkeln müssen, so mufste ihnen daran gelegen seyn, diese Entwickelung durch zweckmäfsige Tafeln so kurz und bequem als möglich zu machen. Auch hat es an Versuchen dazu nicht gefehlt. Einer der unbeholfensten ist wohl der, den Hell in den Wiener astron. Ephemeriden mitgetheilt und als einen stehenden Artikel durch viele Jahrgänge wiederholt hat. Er bedurfte dazu einer grofsen Anzahl von Tafeln, die viele Seiten füllen und am Ende noch unbequemer seyn mögen, als die unmittelbare Berechnung der Formeln selbst. Zweckgemäfser verfuhr schon Cagnoli in seiner Trigonometrie, und noch mehr Lambert, dessen Tafeln in der bekannten Sammlung der Tabellen erschienen sind, welche die Akademie in Berlin herausgegeben hat. Nach ihnen kamen die Aberrations- und Nutationstafeln von Delambre, die Lalande mit so vielem Lobe, als die bestmöglichen, in seine Astronomie aufgenommen hat. In der That waren die letzten wenigstens zehnmal kürzer und bequemer, als die von Hell gegebenen, und es war kaum zu erwarten, dafs man sie noch weiter verbessern könne, um so weniger, da schon so viele Astronomen ihre Kräfte daran versucht hatten. Allein Gauss, dem die Wissenschaft so viel verdankt, wufste diesem so oft und viel besprochenen Gegenstande doch noch eine neue und zwar sehr vortheilhafte Seite abzugewinnen. Seine Tafeln, denen wohl Niemand den Vorzug vor allen andern bestreiten wird, sind auf die Idee gegründet, die allerdings einfach genug ist, um von Jedermann gefunden zu werden, die aber doch Niemand vor ihm be-

merkt hat, auf die Idee nämlich, daſs jeder Ausdruck der Form

$$A(\alpha \,\text{Cos.}\beta \,\text{Cos.}\gamma + \text{Sin.}\beta \,\text{Sin.}\gamma)$$

immer auch auf die Gestalt

$$x.\text{Cos.}\ (\beta - \gamma + y)$$

gebracht werden kann, wenn man nur die beiden Gröſsen x und y gehörig entwickelt. Setzt man nämlich die Factoren von Sin. γ und von Cos. γ in beiden Ausdrücken einander gleich, so erhält man

$$A\,\alpha \,\text{Cos.}\beta = x(\text{Cos.}\beta \,\text{Cos.}y - \text{Sin.}\beta \,\text{Sin.}y)$$

und

$$A\,\text{Sin.}\beta = x(\text{Sin.}\beta \,\text{Cos.}y + \text{Cos.}\beta \,\text{Sin.}y)$$

und aus diesen beiden Gleichungen erhält man für x und y die folgenden Werthe

$$x = A\sqrt{1-(1-\alpha^2)\,\text{Cos.}^2\beta}$$

und

$$\text{Tang.}y = \frac{(1-\alpha)\,\text{Sin.}\beta \,\text{Cos.}\beta}{1-(1-\alpha)\,\text{Cos.}^2\beta}.$$

Wendet man dieſs auf die vorhergehenden Ausdrücke der Nutation an, und betrachtet man zuerst diejenigen Glieder, die von L unabhängig sind, so erhält man

$$x = 6{,}68\sqrt{1+0{,}8071\,\text{Cos.}^2\,☊}$$

und

$$\text{Tang.}y = -\frac{0{,}3443\ \text{Sin.}\,☊\ \text{Cos.}\,☊}{1+0{,}3443\,\text{Cos.}^2\,☊}.$$

Man wird daher nur eine kleine Tafel zu entwerfen haben, die für jeden Werth von ☊ die Werthe von x und y und überdieſs die Gröſse

$$z = -15'',39\ \text{Sin.}\,☊$$

giebt, und man wird dann aus dieser Tafel mit einer sehr einfachen Rechnung sofort die beiden Nutationen ∂a und ∂p mittelst folgender Gleichungen finden

$$\partial a = -x\,\text{Cos.}(☊ + y - a).\text{Cotg.}p + z$$

und

$$\partial p = x\,\text{Sin.}(☊ + y - a).$$

Will man dann auch noch die von L abhängigen Glieder oder will man die Solarnutation haben, so wird man, wie leicht einzusehen, nur noch einmal in dieselben Tafeln, aber mit dem Argumente 2 L statt mit ☊, eingehn und die so erhal-

tenen Werthe durch die constante Zahl 0,08 multipliciren, um bis auf ein oder zwei Zehntheile einer Secunde auch noch die von L abhängigen Glieder der oben gegebenen Ausdrücke von ∂a und ∂p zu erhalten. Ganz dasselbe Verfahren läfst sich auch auf die bekannten Formeln der Aberration anwenden, daher wir uns hier nicht weiter dabei aufhalten.

Nicht minder glücklich reducirte GAUSS die Formel zu Höhenmessungen durch das Barometer, an der schon so viele vor ihm sich versucht hatten, auf eine sehr kleine Tafel. Diese Formel ist, wie sie in LAPLACE's *Mécanique céleste* mitgetheilt wird, folgende:

$$h = \alpha . \beta . \gamma,$$

wo man hat

$$\alpha = 9407{,}7244 + 26{,}6798 \text{ Cos.} 2\varphi,$$

$$\beta = 1 + 0{,}0025\,(t + t'),$$

$$\gamma = \text{Log.} \frac{b}{[1 + 0{,}00023.(T - T')].b'},$$

und in diesen Ausdrücken bezeichnet

b den Stand des Barometers, t des äufsern, T des innern Thermometers an der untern Station

b' - - - - - - - - t' des äufsern, T' des innern Thermometers an der obern Station

φ die Breite des Orts,

h den gesuchten Höhenunterschied in Toisen.

Die beiden Barometer können in beliebigem, nur für beide in gleichem Mafse genommen werden; T und T' sind die an der Scale des Barometers angebrachten oder sogenannten *inneren* Thermometer, welche die Temperatur des Quecksilbers im Barometer anzeigen, während t und t' die Temperatur der *äufsern* Luft in der untern und obern Station geben. Beide Thermometer werden hier in Graden der achtzigtheiligen Scale verstanden. Hat man also andere Thermometer gebraucht, so mufs man zuerst ihre Angaben in Réaumür'sche Grade verwandeln.

Etwas genauer wird man noch, wenn man die Höhendifferenz h durch den vorhergehenden Ausdruck

$$h = \alpha . \beta . \gamma$$

gefunden hat, die verbesserte Höhendifferenz h' durch folgenden Ausdruck finden

$$h' = h + 0{,}000000266\,\alpha\beta z$$
$$+ 0{,}000000306\,z^2$$

und so hat ihn auch, wenn gleich unter einer andern Gestalt, Laplace[1] gegeben.

Diesen Ausdruck hat Gauss durch drei kleine Täfelchen dargestellt, die bereits oben[2] mitgetheilt worden sind. Da aber die dort gegebene Anleitung zum Gebrauch dieser Tafeln nicht ganz deutlich scheint, so wollen wir sie hier ganz mit denselben Worten geben, wie sie Gauss[3] selbst mitgetheilt hat. Der Kürze wegen nennen wir die Zahlen der

Tafel I . . . . A
— II . . . . B
— III . . . . C.

Man ziehe also von Log. b ab die Gröſse 10 T
und von Log. b' - - - 10 T',

natürlich mit Berücksichtigung der Zeichen von T und T', und nenne u die Differenz (Log. b — 10 T) — (Log. b' — 10 T').

Aus der Tafel I. wird mit dem Argumente $(t + t')$ die Gröſse A genommen und aus der Tafel II. mit dem Argumente φ die Gröſse B, so hat man sofort den genäherten Werth

$$h = \text{Log.}\,u + A + B.$$

Mit diesem h nimmt man dann aus der Tafel III. die Gröſse C, und dann ist der verbesserte Werth von h, den wir durch h' bezeichnen wollen,

$$\text{Log.}\,h' = h + C \text{ in Metern}$$

oder

$$\text{Log.}\,h' = h + C + 9{,}71018 \text{ in Toisen.}$$

Dabei wird vorausgesetzt, daſs man in der Tafel I. nur die erste Columne A' in Metern nimmt (die zweite A' in Par. Fuſs ist ganz überflüssig und wird besser ganz weggelassen, da sie die Tafel ohne Zweck erweitert). Noch kann man bemerken, daſs B positiv für $\varphi < 45°$
und negativ für $\varphi > 45°$ ist.

Um diese Vorschriften durch ein Beispiel deutlich zu machen, sey

---

1 Mécanique Céleste Liv. X. Chap. IV.

2 S. *Höhenmessung* Bd. V. S. 829.

3 Jahrbuch für 1837. Herausgegeben von H. C. Schumacher. 1837. S. 207.

unt. Station $b = 316{,}27$; $T = +0^\circ{,}5$ Réaum., $t = +0^\circ{,}3$ Réaum.,
obere Stat. $b' = 286{,}53$; $T' = -1{,}7$ $t' = -1{,}9$,
$\varphi = 48^\circ$

Damit erhält man

$\text{Log.}\, b = 2{,}50006$; $\text{Log.}\, b - 10\,T = 2{,}50001$
$\text{Log.}\, b' = 2{,}45717$; $\text{Log.}\, b' - 10\,T' = 2{,}45734$

$u = 0{,}04267$, $\text{Log.}\, u = 8{,}63012$

Mit $t + t' = -1^\circ{,}6$ giebt Taf. I. . . . . $A = 4{,}26264$
Mit $\varphi = 48$ . . . . Taf. II. . . . . $B = -0{,}00013$

$h = 2{,}89263$

Mit $h = 2{,}9$ . . . . . . Taf. III. . . . . . $C = 0{,}00005$

$h + C = \text{Log.}\, h' = 2{,}89268$
oder $h' = 781{,}06$ Meter.

Will man die Höhe h' in Toisen, so ist

$$\begin{array}{r} 2{,}89268 \\ 9{,}71018 \\ \hline \text{Log.}\, h' = 2{,}60286 \\ h' = 400{,}74 \text{ Toisen.} \end{array}$$

Die sinnreiche und zweckmäſsige Einrichtung dieser Tafeln wird keiner weitern Erläuterung bedürfen.

Durch einen geschickten Gebrauch solcher Tafeln kann man auch öfter mit einer und derselben Tafel verschiedene Probleme auflösen, deren jedes eigentlich eine besondere Tafel erfordert hätte. So giebt z. B. die Tafel, welche oben[1] mitgetheilt worden ist, aus der bekannten Sternzeit die mittlere Sonnenzeit, allein sie kann auch mit einer geringen Modification für die Auflösung des umgekehrten Problems gebraucht werden, wo man die Sternzeit sucht, wenn die mittlere Zeit gegeben ist. Da dieses schon oben erläutert wurde, so halten wir uns hier nicht länger dabei auf.

Man pflegt die Zahl, mit welcher man in eine Tafel eingeht, um damit die gesuchte Gröſse zu erhalten, das *Argument* der Tafel zu nennen. So ist in den genannten drei Tafeln für Höhenmessungen durch das Barometer

$(t + t')$ das Argument der Tafel I
φ - - - - - II
und h - - - - - III.

1 S. Art. *Sternzeit.* Bd. VIII. S. 1048.

Allein oft ist es zur Berechnung einer Tafel bequemer, das Argument als die gesuchte Gröſse und die unbekannte Zahl der Tafel als die gegebene anzunehmen. So hat man z. B. bei den Kometenrechnungen den bekannten Ausdruck:

$$\text{Tang.}\frac{\nu}{2} + \tfrac{1}{3}\,\text{Tang}^3.\frac{\nu}{2} = (0{,}0344042)\,.\,p^{-\frac{3}{2}}\,.\,t,$$

wo ν die wahre Anomalie des Kometen in seiner parabolischen Bahn, p den halben Parameter dieser Bahn und endlich t die Zeit in Tagen bezeichnet, seit welcher der Komet durch sein Perihel gegangen ist. Bei der natürlichen Stellung der Aufgabe ist p eine bekannte Gröſse und die Zeit t gegeben, so wie die Anomalie ν zu suchen. Allein dann fordert die Bestimmung von ν die Auflösung einer kubischen Gleichung. Wenn man also z. B. für die einzelnen Tage $t = 1, 2, 3..$ die wahre Anomalie für eine Tafel berechnen wollte, so müſste man diese kubische Gleichung sehr oft auflösen, was die Construction der Tafel sehr beschwerlich machen würde. Es wird aber viel bequemer seyn, die Werthe von $\nu = 1^\circ, 2^\circ, 3^\circ...$ als bekannt oder als das Argument der Tafel anzunehmen und daraus den entsprechenden Werth von t zu suchen. Diese Erleichterung der Rechnung wird dann erlauben, die auf einander folgenden Werthe von ν, also auch von t, viel kleiner als zuvor anzunehmen, so daſs man beim Gebrauche der Tafel sich immer mit einer einfachen Proportion begnügen kann, ohne erst die zweiten und höhern Differenzen zu Hülfe zu rufen. Barker's bekannte Kometentafel, die Olbers Werke über die Berechnung der Kometenbahnen beigedruckt ist, überhebt uns übrigens dieser Mühe, jene Tafel noch einmal zu berechnen.

Von besonderem Nutzen sind die *allgemeinen* Tafeln, deren Anwendung sich auf mehrere Probleme erstreckt. Hierher gehört z. B. die Tafel, welche zuerst Delambre in der hier nothwendigen Ausdehnung gegeben hat und die den Werth von

$$\frac{2\,\text{Sin.}^2\tfrac{1}{2}t}{\text{Sin.}\,1''}$$

für die einzelnen Secunden der Zeit t, also von $t = 1'', 2'', 3''...$ etwa bis $t = 30$ Minuten giebt. Verbindet man diese Tafel noch mit einer kleinern für die Gröſse

$$\frac{2\,\text{Sin.}^4 \tfrac{1}{2} t}{\text{Sin.}\,1''},$$

so wird man sie bei der Auflösung vieler astronomischer und physikalischer Probleme mit großsem Vortheile anwenden.

Es giebt Tafeln, die ihrer Natur nach nur für eine kurze Zeit richtig seyn können, und die man doch nicht so oft berechnen möchte, um sie z. B. für ein ganzes Jahrhundert anwenden zu können. Die oben erwähnte *Gleichung der Bahn* der Planeten ist nach der Formel entworfen:

$$w = 2e\,\text{Sin.}\,m - \tfrac{5}{4} e^2\,\text{Sin.}\,2m + \frac{e^3}{4}\left(\tfrac{13}{3}\,\text{Sin.}\,3m - \text{Sin.}\,m\right) + \ldots$$

wo w diese Gleichung der Bahn, m die mittlere Anomalie[1] und e das Verhältnifs der Excentricität zur halben grofsen Axe bezeichnet. Für die Erde z. B. ist im Anfange des gegenwärtigen Jahrhunderts $e = 0{,}016793$. Mit diesem Werthe von e wird man demnach durch die vorhergehende Gleichung eine Tafel berechnen können, die für jeden Werth von $m = 1, 2, 3 \ldots$ Graden den entsprechenden Werth von w giebt, allein diese Tafel würde, da e veränderlich ist, nur für die ersten Jahre vor und nach 1800 gelten, und man würde etwa für jedes andere Decennium wieder eine solche Tafel berechnen müssen. Dieses zu vermeiden könnte man, da die Gröfse e sich nur sehr langsam ändert (in einem Jahrhundert nimmt sie nur um 0,000042 ab), eine solche Tafel mit $e = 0{,}016793$ für 1800 und eine zweite mit $e = 0{,}016751$ für das Jahr 1900 berechnen, und entweder die Zahlen für beide Zeiten in einer Doppeltafel neben einander stellen, oder, was bequemer ist, nur die ersten dieser Zahlen in die Tafel aufnehmen und ihr die Differenz der zweiten Zahlen von der ersten zur Seite geben. Diese Differenz zeigt dann an, wie viel jede der für 1800 berechneten Zahlen in einem Jahrhundert, also auch in einer gegebenen Anzahl von Jahren, sich ändert. Kürzer noch findet man diese sogenannte *seculäre Aenderung* der Gleichung der Bahn, wenn man den vorhergehenden Ausdruck für w differentiirt. Bleibt man bei dem ersten Gliede desselben stehen, so erhält man

$\partial w = 2\partial e\,\text{Sin.}\,m$ oder eigentlich

$$\partial w = \frac{2\partial e}{\text{Sin.}\,1''}.\text{Sin.}\,m.$$

1. S. Art. *Mittlerer Planet.* Bd. VI. S. 2312.

Setzt man $\partial e = 0{,}000042$, so hat man

$$\partial w = 17'',33 \text{ Sin. m}$$

und damit wird man die seculäre Aenderung berechnen und der für 1800 bestimmten Tafel hinzufügen können. So ist auch in der That die Einrichtung, welche die Astronomen ihren Planetentafeln gegeben haben.

Es ist bereits oben gesagt worden, dafs einer der gröfsten Vortheile dieser Tafeln darin besteht, dafs sie die oft sehr zusammengesetzten und zeitraubenden Rechnungen der Astronomen ungemein erleichtern. Das Vorhergehende enthält bereits mehrere Beispiele, welche diese Erleichterung deutlich machen. Das Folgende aber, welches wir ebenfalls unserem Gauss verdanken, scheint ganz vorzüglich geeignet, diese Eigenschaft in ihr wahres Licht zu setzen.

Eines der vorzüglichsten und am häufigsten wiederkommenden Probleme der Astronomie ist die Verwandlung des *heliocentrischen Orts* eines Planeten in den *geocentrischen Ort* desselben. Die Erklärung dieser beiden Ausdrücke ist oben[1] gegeben worden, aber auch nichts, als diese Worterklärung, daher wir hier, zum Schlusse des gegenwärtigen Artikels, das Vorzüglichste über diesen wichtigen Gegenstand kurz nachtragen wollen.

Sey l, b, r in derselben Ordnung die heliocentrische Länge und Breite und der Radius Vector des Planeten, λ, β, ϱ die geocentrische Länge und Breite und die Distanz des Planeten von der Erde, und endlich L, B, R die heliocentrische Länge und Breite und der Radius Vector der Erde. Ueberdiefs wollen wir noch durch α und δ die geocentrische Rectascension und Declination des Planeten, durch n die Neigung der Bahn desselben gegen die Ekliptik, durch k die Länge des aufsteigenden Knotens dieser Bahn in der Ekliptik und endlich durch l die Schiefe der Ekliptik bezeichnen und der Kürze wegen die auf die Ebene der Ekliptik reducirten Distanzen r, ϱ und R durch r′, ϱ' und R′ ausdrücken, so dafs man also hat

$$r' = r \text{ Cos. } b,$$
$$\varrho' = \varrho \text{ Cos. } \beta,$$
$$R' = R \text{ Cos. } B.$$

[1] S. Art. *Ort.* Bd. VII. S. 276.

Um nun zuerst aus der heliocentrischen Länge und Breite eines Planeten die geocentrische abzuleiten, hat man, wie sich leicht ergiebt, die folgenden drei Gleichungen:

$$\varrho' \,\mathrm{Cos.}(\lambda - N) = r' \,\mathrm{Cos.}(l - N) - R' \,\mathrm{Cos.}(L - N),$$
$$\varrho' \,\mathrm{Sin.}(\lambda - N) = r' \,\mathrm{Sin.}(l - N) - R' \,\mathrm{Sin.}(L - N),$$
$$\varrho' \,\mathrm{Tang.}\beta = r' \,\mathrm{Tang.}\, b - R' \,\mathrm{Tang.}\, B',$$

wo N irgend eine willkürliche Gröſse bezeichnet. Setzt man, um sogleich die für die Rechnung bequemsten Ausdrücke zu erhalten, diese Gröſse

$$N = \tfrac{1}{2}(l + L),$$

so erhält man

$$\mathrm{Tang.}(\lambda - \tfrac{1}{2}(l + L)) = \frac{r' + R'}{r' - R'} \cdot \mathrm{Tang.}\tfrac{1}{2}(l - L),$$

$$\varrho' = (r' + R) \frac{\mathrm{Sin.}\tfrac{1}{2}(l - L)}{\mathrm{Sin.}(\lambda - \tfrac{1}{2}(l + L))},$$

$$\mathrm{Tang.}\,\beta = \frac{r' \,\mathrm{Tang.}\, b - R' \,\mathrm{Tang.}\, B}{\varrho'},$$

und durch diese Gleichungen erhält man λ, ϱ' und β, wenn l, b, r und L, B, R bekannt sind, wodurch das gegebene Problem aufgelöst wird. In den meisten Fällen wird man $B = 0$, also auch $R' = R$ setzen können.

Um nun auch ebenso die verkehrte Aufgabe aufzulösen oder um aus der geocentrischen Länge und Breite den heliocentrischen Ort des Planeten zu finden, hat man, wenn u das Argument der Breite bezeichnet, wieder folgende drei Gleichungen:

$$r \,\mathrm{Cos.}\, u - R \,\mathrm{Cos.}(L - k) = \varrho \,\mathrm{Cos.}\beta \,\mathrm{Cos.}(\lambda - k),$$
$$r \,\mathrm{Sin.}\, u \,\mathrm{Cos.}\, n - R \,\mathrm{Sin.}(L - k) = \varrho \,\mathrm{Cos.}\beta \,\mathrm{Sin.}(\lambda - k),$$
$$r \,\mathrm{Sin.}\, u \,\mathrm{Sin.}\, n = \varrho \,\mathrm{Sin.}\beta,$$

und daraus wird man u, r und ϱ finden, wenn λ, β, n, k und L bekannt sind. Setzt man nämlich

$$\mathrm{Tang.}\, A = \frac{\mathrm{Cos.}(L - k)\,\mathrm{Tang.}\beta}{\mathrm{Sin.}(L - \lambda)}$$

und

$$\mathrm{Tang.}\, B = \frac{\mathrm{Tang.}\beta}{\mathrm{Sin.}(\lambda - k)},$$

so findet man

$$\text{Tang. } u = \frac{\text{Sin. } A \text{ Tang.}(L-k)}{\text{Sin. }(A+n)},$$

$$r = \frac{R \text{ Sin. } B \text{ Sin. }(L-k)}{\text{Sin. }(B-n) \text{ Sin. } u},$$

$$\varrho = \frac{R \text{ Sin. } B \text{ Sin. }(L-k) \text{ Sin. } n}{\text{Sin. } \beta \text{ Sin. }(B-n)}.$$

Dieses sind wohl die einfachsten Auflösungen, die man von den beiden in Rede stehenden Problemen geben kann. Allein das erste ist noch einer nähern Betrachtung werth. Die Astronomen bedürfen nämlich, zur Vergleichung ihrer Planetenbeobachtungen mit den Tafeln dieser Planeten, nicht sowohl die geocentrische Länge λ und Breite β, als vielmehr die geocentrische Rectascension α und Declination δ dieses Planeten, und es ist daher sehr wünschenswerth, aus jenen Tafeln, die nur das Argument der Breite u und den Radius Vector r geben, unmittelbar die Gröſsen α und δ zu finden.

Gauss hat dieses Problem auf eine Weise gelöst, die in Beziehung auf ihre Schärfe und Eleganz wohl nichts mehr zu wünschen übrig lassen kann[1]. Wir wollen diese Auflösung hier unter einer abgekürzten Form mittheilen.

Bestimmt man die Lage der Erde gegen die Sonne durch drei rechtwinklige Coordinaten X, Y und Z, von denen X und Y in der Ebene des Aequators und X in der Linie der Nachtgleichen liegt, so hat man

$X = R \text{ Cos. } L, \quad Y = R \text{ Sin. } L \text{ Cos. } e, \quad Z = R \text{ Sin. } L \text{ Sin. } e \ldots$ (I).

Bestimmt man ebenso die Lage des Planeten gegen die Sonne durch drei andere senkrechte Coordinaten x'', y'', z'', von welchen x'' in der Knotenlinie und x'', y'' in der Ekliptik liegen, so hat man

$$x'' = r \text{ Cos. } u, \quad y'' = r \text{ Sin. } u \text{ Cos. } n, \quad z'' = r \text{ Sin. } u \text{ Sin. } n.$$

Gehn aber diese Coordinaten in andere x', y', z' über, von welchen x' in der Linie der Nachtgleichen und x', y' in der Ekliptik liegen, so hat man

$x' = x'' \text{ Cos. } k - y'' \text{ Sin. } k, \quad y' = x'' \text{ Sin. } k - y'' \text{ Cos. } k$ und $z' = z''$.

Transformirt man endlich auch diese Coordinaten in solche x, y, z, von denen x in der Linie der Nachtgleichen und x, y in dem Aequator liegen, so hat man

1. V. Zach Monatl. Corr. Th. IX. S. 385.

$$x = x', \; y = y' \operatorname{Cos.} e - z' \operatorname{Sin.} e, \; z = y' \operatorname{Sin.} e + z' \operatorname{Cos.} e.$$

Substituirt man in den drei letzten Ausdrücken die Werth von x', y', z' und stellt dann auch die vorigen Werthe vo x'', y'', z'' wieder her, so erhält man

$$\frac{x}{r} = \operatorname{Cos.} u. \operatorname{Cos.} k - \operatorname{Sin.} u \operatorname{Sin.} k \operatorname{Cos.} n,$$

$$\frac{y}{r} = \operatorname{Cos.} u \operatorname{Sin.} k \operatorname{Cos.} e + \operatorname{Sin.} u \operatorname{Cos.} k \operatorname{Cos.} n \operatorname{Cos.} e - \operatorname{Sin.} u \operatorname{Sin.} n \operatorname{Sin.} e,$$

$$\frac{z}{r} = \operatorname{Cos.} u \operatorname{Sin.} k \operatorname{Sin.} e + \operatorname{Sin.} u \operatorname{Cos.} k \operatorname{Cos.} n \operatorname{Sin.} e + \operatorname{Sin.} u \operatorname{Sin.} n \operatorname{Cos.} e.$$

Um aber diese drei Ausdrücke zur Rechnung bequemer z machen, wird man folgende sechs Hülfsgröſsen A, B, C un a, b, c einführen:

$$\operatorname{Tang.} A = -\frac{\operatorname{Cotg.} k}{\operatorname{Cos.} n}, \quad \operatorname{Sin.} a = \frac{\operatorname{Cos.} k}{\operatorname{Sin.} A},$$

$$\operatorname{Tang.} B = \frac{\operatorname{Sin.} k \operatorname{Cos.} e \operatorname{Sin.} \psi}{\operatorname{Sin.} n \operatorname{Cos.} (\psi + e)}, \quad \operatorname{Sin.} b = \frac{\operatorname{Cos.} e \operatorname{Sin.} k}{\operatorname{Sin.} B},$$

$$\operatorname{Tang.} C = \frac{\operatorname{Sin.} k \operatorname{Sin.} e \operatorname{Sin.} \psi}{\operatorname{Sin.} n \operatorname{Sin} (\psi + e)}, \quad \operatorname{Sin.} c = \frac{\operatorname{Sin.} e \operatorname{Sin.} k}{\operatorname{Sin.} C.},$$

wo man hat:

$$\operatorname{Tang.} \psi = \frac{\operatorname{Tang.} n}{\operatorname{Cos.} k}$$

und wodurch daher die obigen Werthe von x, y und z fol gende sehr einfache Gestalt erhalten

$$\left.\begin{aligned} x &= r \operatorname{Sin.} a \operatorname{Sin.} (A + u) \\ y &= r \operatorname{Sin.} b \operatorname{Sin.} (B + u) \\ z &= r \operatorname{Sin.} c \operatorname{Sin.} (C + u) \end{aligned}\right\} \ldots \quad \text{(II).}$$

Kennt man aber auf diese Weise die Gröſsen X, Y, Z aus (und x, y, z aus (II), so erhält man die drei unbekannt Gröſsen α, δ und ρ, welche die geocentrische Lage des Pla neten gegen den Aequator bestimmen, durch folgende Au drücke

$$\left.\begin{aligned} \rho \operatorname{Cos.} \alpha \operatorname{Cos.} \delta &= x - X \\ \rho \operatorname{Sin.} \alpha \operatorname{Cos.} \delta &= y - Y \\ \rho \operatorname{Sin.} \delta &= z - Z \end{aligned}\right\} \ldots \quad \text{(III).}$$

Delambre hat gegen diese Auflösung die Einwendung gemacht, dafs sie umständlicher und mühsamer als alle anderen bisher bekannten ist. Das ist wahr, wenn von der Berechnung eines einzigen Planetenorts die Rede ist. Allein Gauss gab sie für den besonders bei den vier neuen Planeten oft vorkommenden Fall, wo man eine Ephemeride derselben berechnen oder wo man mehrere auf einander folgende Beobachtungen mit den Elementen oder mit den auf diese Elemente gegründeten Tafeln vergleichen will. Und da würde schon die geringste Aufmerksamkeit hinlänglich gewesen seyn, um die Vorzüglichkeit dieser Auflösung vor allen übrigen anzuerkennen. In der That, die sechs Gröfsen A, B, C und a, b, c hängen nur von den Gröfsen n, k und e ab, und da die letztern sich nur sehr langsam ändern, so kann man auch jene sechs Gröfsen für eine längere Zeit als constant betrachten und sie daher für einen grofsen Theil der erwähnten Ephemeride nur einmal berechnen.

Um dieses durch ein Beispiel zu erläutern, hat man für den Planeten Mars

	Jahr 1840		Jahr 1900
n =	1° 51′ 3″	. . . . . .	1° 51′ 0″
k =	48 16 18	. . . . . .	48 41 18
e =	23 27 35	. . . . . .	23 27 5

und daraus findet man durch Hülfe der obigen Gleichungen:

	für 1840		jährliche Aenderung
A =	89° 59′ 12	. . . .	— 0″,50
B =	0 37 12	. . . .	— 0,50
C =	356 59 2	. . . .	— 1,83
Log. Sin. a =	9,99989	. .	— 0,0000012
Log. Sin. b =	9,95839	. .	+ 0,0000020
Log. Sin. c =	9,62176	. .	— 0,0000080

Wenn sonach die Werthe dieser sechs Gröfsen für die Zeit von 1840 bis 1900 bekannt sind, so sieht man, dafs die Gaufs'sche Auflösung selbst für eine einzelne Bestimmung bequemer ist, als z. B. die früher gegebene, da man durch diese letzte doch nur λ und β, aber nicht α und δ erhält und da doch die zwei letzten Gröfsen die eigentlich gesuchten sind. Allein selbst diese Auflösung läfst sich noch durch Hülfe einer Tafel sehr vereinfachen, und dieses ist die vorzüglichste

Ursache, warum sie hier in diesem Artikel angeführt wirc
Aus dem Vorhergehenden ist nämlich bekannt, wie man fü
jede gegebene Zeit die mittlere Anomalie und daraus die wahr
Anomalie ν und den Radius Vector des Planeten finden kann
Ist dann P die bekannte Länge des Periheliums, so ist das Ar
gument u der Breite

$$u = \nu + P - k.$$

Kennt man aber u und r, nebst den oben angeführten sech
Constanten, so hat man mittelst der Gleichungen (II) auc
die Gröfsen x, y und z, das heifst also, man kann für je
den Planeten eine Tafel berechnen, die für jeden Wert
$m = 1^\circ, 2^\circ, 3^\circ \ldots$ der mittleren Anomalie sofort die dre
Coordinaten x, y, z giebt, die den wahren Ort dieses Plane
ten gegen die Sonne in Beziehung auf den Aequator be
stimmen.

Eine ähnliche Tafel wird man auch mittelst der Glei
chungen (I) für die Sonne berechnen können. Da man abe
die mittlere Anomalie des Planeten und der Sonne durch ein
blofse einfache Addition findet, so sieht man, dafs man durc
Hülfe dieser Tafeln die Werthe von x, y, z für den Plane
ten, so wie die von X, Y, Z für die Sonne, ohne alle Berech
nung finden wird. Kennt man aber diese sechs Coordinaten
so findet man daraus unmittelbar die drei gesuchten Werth
von α, δ und ϱ durch die Gleichungen (III), und dadurc
ist das Problem vollständig aufgelöst[2].

Zum Gebrauche der Tafeln wird öfter auch die *Interpo
lation* derselben erfordert, daher es angemessen scheint, hie
auch über diesen für den Astronomen und Physiker gleic
wichtigen Gegenstand das Vorzüglichste beizubringen. Neh
men wir an, um dieses sofort durch ein Beispiel deutlich z
machen, dafs man aus irgend einer Tafel für die Argument
1, 2, 3... folgende Zahlen erhalten habe:

Arg. ...	Zahl
1 ...	2,30103
2 ...	2,32222
3 ...	2,34242
4 ...	2,36173
5 ...	2,38021

1 S. Art. *Mittlerer Planet.* Bd. VI. S. 2313.

2 Man findet dieses Verfahren und die hier erwähnten Tafe

und dafs man z. B. für das Argument $2{,}4 = 2\frac{2}{5}$ die entsprechende Zahl der Tafel zu suchen habe.

Nach dem gewöhnlichen Verfahren wird man diese Zahl mittelst einer einfachen Proportion auf folgende Weise finden. Da das gegebene Argument zwischen 2 und 3 liegt, wofür die Differenz der Zahlen 0,02020 ist, so hat man

$$1:0{,}02020 = 0{,}4:x \text{ oder } x = 0{,}00808$$
$$\underline{2{,}32222}$$
$$\text{gesuchte Zahl} \ldots \ 2{,}33030.$$

Allein dieses Verfahren ist unrichtig, da die gesuchte Zahl eigentlich 2,33041 seyn soll, indem, wie man sieht, die oben gegebenen fünf Zahlen die Logarithmen von 200, 210, 220, 230 und 240 sind, so dafs also das Argument 2,4 gleich dem Log. 214 oder gleich 2,33041 ist. Der Grund des hier begangnen Fehlers liegt in der unrichtigen Voraussetzung, dafs die Zahlen der Tafel gleichförmig wachsen, was nicht der Fall ist, da ihre Differenzen nicht constant, sondern veränderlich sind. Um nun die wahre zu dem Argumente 2,4 gehörende Zahl zu erhalten, pflegt man gewöhnlich so zu verfahren. Man nimmt an, dafs die gegebenen Zahlen der Tafel zu einer sogenannten arithmetischen Reihe höherer Ordnung gehören, das heifst, zu einer Reihe, deren 2te, 3te oder 4te ... Differenzen endlich so klein werden, dafs sie als ganz verschwindend angesehn werden können. Es sey nun $x, x', x'', x'''\ldots$ eine solche Reihe. Man bezeichne

die erste Differenz $x' - x$ durch Δx,
die zweite .... $x'' - 2x' + x$ durch $\Delta^2 x$,
die dritte .... $x''' - 3x'' + 3x' - x$ durch $\Delta^3 x$,
die vierte .... $x^{IV} - 4x''' + 6x'' - 4x' + x$ durch $\Delta^4 x$ u. s. f.

Ist dann x das 0te,
x' das 1ste,
x'' das 2te .. Glied der gegebenen Reihe, so hat man überhaupt für das nte Glied derselben den Ausdruck

$$x^n = x + n.\Delta x + \frac{n(n-1)}{1.2}.\Delta^2 x$$
$$+ \frac{n(n-1)(n-2)}{1.2.3}\Delta^3 x$$

für die Sonne und alle ältern Planeten vollständig ausgeführt in Littrow's Calendariographie. Wien 1828.

$$+\frac{n(n-1)(n-2)(n-3)}{1.2.3.4}\Delta^4 x + \text{u. s. f.}$$

Um dieses auf unser Beispiel anzuwenden, hat man die

ersten Differenzen ...	zweiten ...	dritten
+ 0,02119		
+ 0,02020	− 0,00099	
+ 0,01931	− 0,00089	+ 0,00010
+ 0,01848	− 0,00083	+ 0,00006,

so dafs also ist

$$x = 2{,}30103,$$
$$\Delta x = 0{,}02119,$$
$$\Delta^2 x = -0{,}00099,$$
$$\Delta^3 x = 0{,}00010.$$

Setzt man daher für das gegebene Beispiel $n = 1{,}4$, so ist

$$\frac{n(n-1)}{2} = 0{,}28,$$

$$\frac{n(n-1)(n-2)}{2.3} = -0{,}056,$$

und daher der vorige Ausdruck von x^n

$$x = 2{,}30103$$
$$1{,}4\Delta x = 0{,}02970$$
$$0{,}28\Delta^2 x = -0{,}00028$$
$$-0{,}056\Delta^3 x = -0{,}00001$$

gesuchte Zahl ... 2,33044,

bis auf die vierte Decimalstelle inclusive genau. Wollte ma diese gesuchten Zahlen bis auf die fünfte Decimalstelle gen haben, so müfsten die gegebenen Zahlen der Tafel in 6 De cimalstellen ausgedrückt werden.

Man suche in einem zweiten Beispiele die Länge d Monds für 1810 Juni 24. um 6 Uhr Abends Berliner Zei Aus den Berliner Ephemeriden von Bode, wo die Länge d Monds für alle Mittage des Jahres gegeben ist, hat man

24. Juni Mittag ...	x =	15°	5′	21″
25.	x' =	27	57	22
26.	x'' =	40	33	11
27.	x''' =	52	56	13
28.	x^{IV} =	65	9	19

und daraus erhält man die folgenden Differenzen

$$\Delta x = +\ 12^{\circ}\ 52'\ 1''$$
$$\Delta^2 x = -\ \ 16\ \ 12$$
$$\Delta^3 x = +\ \ 3\ \ 25$$
$$\Delta^4 x = -\ \ 34.$$

Setzt man nun $n = \frac{6}{24} = \frac{1}{4}$, so erhält man für den vorhergehenden Ausdruck von x^n

x		$15^{\circ}\ 5'\ 21'',0$
$n \Delta x$	+	3 13 0,25
$\frac{n(n-1)}{1.2} \Delta^2 x$	+	1 31,13
$\frac{n(n-1)(n-2)}{1.2.3} \Delta^3 x$ . .	+	. 11,21
$\frac{n(n-1)(n-2)(n-3)}{1.2.3.4} \Delta^4 x$ . .	+	1,28
gesuchte Zahl x^n	=	$18^{\circ}\ 20'\ 4'',9$.

Bei physikalischen Versuchen oder Experimenten kommt oft der Fall vor, dafs man die Resultate der einzelnen Beobachtungen nicht in gleichen Intervallen fortschreitend erhält, wie in den vorigen Beispielen. Gesetzt man hätte, um die Expansivkraft des Wasserdampfes zu bestimmen, folgende Beobachtungen angestellt:

für	Therm. centigr. fand man d. Expansivkraft	Millim.
	0°	5,06
	+ 12°	10,71
	+ 23	20,58
	+ 38	47,58
	+ 46	72,39
	+ 60	144,66
	+ 73	261,43
	+ 86	449,26
	+ 100	760,00

und man wollte aus diesen Angaben eine Tafel entwerfen, welche die Expansivkraft des Wasserdampfes für alle auf einander folgende Grade 1°, 2°, 3 . . bis 100 des Thermometers gäbe. Zu diesem Zwecke würde man zuerst die vorhergehenden Zahlen in eine bestimmte Formel bringen, welche sie alle darstellt. Betrachtet man z. B. die Thermometergrade als die Abscissen x und die dazu gehörenden Expansivkräfte als

die Ordinaten y einer krummen Linie, so könnte man für diese Curve die Gleichung annehmen

$$y = a + bx + cx^2 + dx^3 + \dots \quad \text{(IV)}$$

und dann die Werthe der Grössen a, b, c.. durch die vorhergehenden Beobachtungen bestimmen. Kennt man aber diese Werthe oder, mit andern Worten, kennt man die Gleichung (IV), durch welche alle vorhergehende Experimente über die Expansivkraft für $x = 0, 12, 23, 38$ u. s. w. dargestellt werden, so wird man dann in derselben Gleichung nur $x = 1, 2, 3 \dots$ setzen, um sofort auch die diesen Thermometergraden 1, 2, 3... entsprechenden Expansivkräfte y zu finden. Nehmen wir an, um dieses durch dasselbe schon oben gegebene Beispiel deutlich zu machen, dass man durch solche Experimente folgende Zahlen gefunden habe:

x		y
1	....	2,30103
2	....	2,32222
3	....	2,34242
4	....	2,36173
5	....	2,38021.

Obschon nämlich hier die Grössen x in gleichen Intervallen auf einander folgen, so ist doch das nun folgende Verfahren dasselbe auch für ungleiche Intervalle. Nimmt man also auch hier wieder die Gleichung an

$$y = a + bx + cx^2 + dx^3 + \dots,$$

so hat man, wenn man in ihr für x und y die correspondirenden Werthe substituirt, folgende vier Bedingungsgleichungen:

$$a + b + c + d = 2{,}30103$$
$$a + 2b + 4c + 8d = 2{,}32222$$
$$a + 3b + 9c + 27d = 2{,}34242$$
$$a + 4b + 16c + 64d = 2{,}36173.$$

Aus diesen letzten Gleichungen erhält man aber auf dem gewöhnlichen Wege der Elimination folgende Werthe der vier unbekannten Grössen:

$$a = 2{,}278740$$
$$b = 0{,}022868$$
$$c = -0{,}000595$$
$$d = 0{,}000017$$

so dafs daher die gesuchte Gleichung (IV) folgende Gestalt haben wird:

$$\begin{aligned} y = & \ 2{,}278740 \\ & + 0{,}022868x \\ & - 0{,}000595x^2 \\ & + 0{,}000017x^3. \end{aligned}$$

Setzt man in dieser Reihe $x = 2{,}4$, so erhält man

$$\begin{array}{r} 2{,}278740 \\ 0{,}054883 \\ -0{,}003427 \\ 0{,}000235 \\ \hline y = 2{,}330431 \end{array}$$

bis auf die vierte Decimalstelle incl. wie zuvor.

Diese beiden Methoden, die der Interpolation und die der Entwickelung einer allgemeinen Gleichung aus mehrern durch Beobachtungen gegebenen Resultaten, beziehn sich, wie man sieht, immer auf die Voraussetzung, dafs die aus dem Ganzen zu entwickelnde Gleichung die oben (Gleichung IV.) aufgestellte Form habe

$$y = a + bx + cx^2 + dx^3 + \ldots.$$

und dafs überdiefs die letzten Glieder dieses Ausdrucks endlich so klein werden, dafs man sie ohne merkbaren Fehler weglassen kann.

In den meisten Fällen mag auch diese Gleichung allerdings genügen, aber öfter wird man sie auch unzureichend finden. Es wird aber immer sehr viel daran gelegen seyn, ob man die Form der Reihe der Natur der Aufgabe gemäfs richtig angenommen hat, weil man sonst unmögliche Resultate oder doch divergirende und unbrauchbare Reihen erhalten würde. Bezeichnet z. B. x die Tangente der Zenithdistanz eines Gestirns und y die dazu gehörende Refraction[1], und nimmt man zur Bestimmung der Refraction die obige Gleichung an

$$y = a + bx + cx^2 + dx^3 + \ldots,$$

so würde man dadurch gleichsam voraussetzen, dafs die Refraction y für eine negative Zenithdistanz nicht blofs in dem Zeichen, sondern auch in dem absoluten Werthe verschieden

1 S. Art. *Strahlenbrechung*. Bd. VIII. S. 1115.

sey von demjenigen y, welches man für dieselbe, aber positive Zenithdistanz erhalten würde, was offenbar unrichtig ist. Ueberdiefs wird man auch die erste Constante a weglassen oder gleich Null setzen, da x mit y zugleich verschwinden mufs, so dafs also die zu behandelnde Gleichung die Form haben mufs

$$y = ax + bx^3 + cx^5 + ..$$

Umgekehrt, wenn man z. B. den Cosinus eines Winkels x durch die folgende Reihe ausdrücken wollte:

$$\text{Cos.}\, x = a + bx + cx^2 + dx^3 + ..,$$

so wird man sich viele unnütze Rechnungen ersparen, wenn man erwägt, dafs der Cosinus eines positiven Winkels, in Beziehung auf Zeichen und Werth, gleich dem Cosinus desselben negativen Winkels, und dafs überdiefs Cos. 0 = 1 ist, so dafs man daher statt jener Gleichung die folgende angemessenere nehmen wird:

$$\text{Cos.}\, x = 1 + ax^2 + bx^4 + cx^6 + ...$$

Bei astronomischen und physikalischen Beobachtungen kommt der Fall sehr oft vor, dafs die aus den Beobachtungen erhaltenen Resultate eine Periodicität, eine Wiederkehr ihrer Werthe zeigen. In allen diesen Fällen wird man statt der obigen Gleichung (IV) vortheilhafter eine Gleichung von folgender Form wählen:

$$\begin{aligned} 1 = a &+ b\,\text{Cos.}\,\varphi + c\,\text{Sin.}\,\varphi \\ &+ b'\,\text{Cos.}2\varphi + c'\,\text{Sin.}2\varphi \\ &+ b''\,\text{Cos.}3\varphi + c''\,\text{Sin.}3\varphi + \text{u. s. w.} \end{aligned}$$

Wählen wir, um diese oft vorkommende Aufgabe durch einen besondern Fall zu erläutern, die oben[1] mitgetheilten Erhöhungen über der Oberfläche der Erde, welche für die verschiedenen Tagesstunden einer Senkung des hunderttheiligen Thermometers von 1° entsprechen. Diese Beobachtungen sind bekanntlich von DE SAUSSURE auf dem Col de Géant angestellt worden. Stellen wir sie hier zuerst noch einmal zusammen.

---

1 S. Art. *Erde*. Bd. III. S. 1011.

		Erhöhung
Mittag oder	0^h	148 Meter
Abends	2	140
	4	142
	6	141
	8	143
	10	157
Mitternacht oder	12	171
Morgens	14	189
	16	210
	18	195
	20	180
	22	160

Die kleinste Erhöhung fällt demnach auf 2 Uhr Abends, wo es am wärmsten ist, und die gröſste auf 4 Uhr Morgens, wo es am kältesten zu seyn pflegt. Man bemerkt aber in den angeführten Zahlen die periodische Wiederkehr auf den ersten Blick. Um nun die Formel zu erhalten, durch welche sich diese Beobachtungen darstellen lassen, wollen wir die seit dem Mittag verflossene Zeit durch einen Winkel φ darstellen, der sich zu 360° verhält, wie diese Zeit selbst zu 24 Uhr, während r die zu diesem Winkel oder zu dieser Tageszeit gehörende Erhöhung über der Erdfläche ausdrückt.

Nimmt man bloſs die ersten vier Glieder der vorigen Reihe oder setzt man

$$r = a + b \operatorname{Cos.} \varphi + c \operatorname{Sin.} \varphi + d . \operatorname{Cos.} 2\varphi,$$

so wird man, um die vier Gröſsen a, b, c und d bequem zu bestimmen, aus den obigen Beobachtungen solche auswählen, die durch gleiche Zeitintervalle von einander getrennt sind. Nimmt man z. B. die vier Beobachtungen, für welche der Winkel $\varphi = 0°$, 90°, 180° und 270° ist, so hat man, wenn man die diesen vier Winkeln entsprechenden Werthe von r durch A, B, C und D bezeichnet, folgende Bedingungsgleichungen

$$A = a + b + d,$$
$$B = a + c - d,$$
$$C = a - b + d,$$
$$D = a - c - d,$$

und daraus erhält man sofort

$$a = \tfrac{1}{4}(A + B + C + D)$$
$$b = \tfrac{1}{2}(A - C)$$
$$c = \tfrac{1}{2}(B - D)$$
$$d = \tfrac{1}{4}(A - B + C - D).$$

Aus der vorhergehenden Tabelle folgt aber

	Meter	
A	= 149	für 0h
B	= 141	6
C	= 171	12
D	= 195	18

also ist auch

$$a = + 163{,}75 \text{ Meter}$$
$$b = - 11{,}5$$
$$c = - 27{,}0$$
$$d = - 4{,}25$$

und sonach ist die gesuchte Gleichung

$$r = 163{,}75 - 11{,}5 \operatorname{Cos.}\varphi - 27{,}0 \operatorname{Sin.}\varphi - 4{,}25 \operatorname{Cos.} 2\varphi.$$

Um zu sehn, ob durch diese Gleichung die obigen *Beobachtungen* DE SAUSSURE's dargestellt werden, suche man daraus die Erhöhung r für 10 Uhr, wo $\varphi = 150°$ ist. Man findet durch die letzte Gleichung

$$r = 158{,}32,$$

während die Beobachtung 157 giebt, also nahe genug Rechnung mit Beobachtung übereinstimmend. Für eine gröſsere Harmonie würde man auch noch die Gröſsen in Rechnung nehmen, deren Factor

$$\operatorname{Sin.} 2\varphi, \operatorname{Cos.} 3\varphi, \operatorname{Sin.} 3\varphi \text{ u. s. w. ist}$$[1].

L.

---

1 Eine Fortsetzung und weitere Ausführung dieses Gegenstandes findet man in E. E. SCHMIDT's mathem. Geographie. Bd. II. S. 281—286. und LAMBERT's Beiträge zur Mathematik. Bd. III.

Tachometer.

Bei physikalischen Untersuchungen kommt häufig Gelegenheit vor, die Geschwindigkeit gewisser Bewegungen zu messen, wozu man die erforderlichen Hülfsmittel nach den jedesmaligen Aufgaben wählen muſs, die so verschieden sind, daſs es nicht wohl einen allgemeinen Apparat, welcher für die Mehrzahl der Messungen, geschweige denn für alle genügend wäre, geben kann. Zu den Aufgaben dieser Art, um nur einige derselben zu nennen, gehört die Messung der einzelnen Pulsus bei SAVART's akustischen Versuchen[1], die Bestimmung der Umlaufszeit bei PLATEAU's Scheiben[2] und andere mehr. Mehrere für solche Messungen geeignete Apparate mögen wohl Tachometer (von τάχος die Geschwindigkeit) genannt worden seyn, ohne daſs sie jedoch unter diesem Namen allgemeinere Bekanntwerdung erhalten haben, welches näher zu untersuchen in das Gebiet der praktischen Maschinenlehre gehört. Hier mögen daher nur einige wenige und unter diesen zuerst dasjenige Tachometer erwähnt werden, welches BRYAN DONKIN[3] als ein allgemeines angegeben hat und wovon man allerdings unter den gehörigen Modificationen bei verschiedenen Maschinen zum Messen ihrer Geschwindigkeiten Gebrauch machen kann.

Dieses besteht aus einem Gefäſse AB von Buchsbaumholz, welches mit einem aufgedrückten Deckel dd verschlossen ist Fig. 1. und in seiner Mitte das massive Stück ee enthält. In diesem befindet sich die Glasröhre ff, welche mit der engeren, der Thermometerröhre kk, verbunden ist. Die weitere Glasröhre ff ist unten in eine feine Spitze s umgebogen, in welche das im Gefäſse AB befindliche Quecksilber dringen kann und dann die bis ans Ende des Röhrchens kk reichende Weingeistsäule

1 S. Art. *Schall.* Bd. VIII. S. 503.

2 S. Art. *Gesicht.* Bd. IV. S. 767.

3 Transact. of the Soc. of Arts. T. XXVIII. Bibl. univ. T. XLVIII. p. 420. Ebendasselbe wird, ohne Angabe des Erfinders, beschrieben von Capt. KATER in Cabinet Cyclopaedia. Mechan. p. 234. In England ist es überhaupt sehr bekannt und unter andern in REES Cyclopaedia Art. Tachometer beschrieben.

im Gleichgewichte erhält. Das Gefäfs ist auf eine vertic in den gehörigen Pfannen um ihre Axe leicht drehbare Sp del geschraubt, welche unten mit einem Würtel oder ei Rolle pp versehen ist. Um diese wird eine Schnur ol Ende geschlungen, die zugleich mit einem Maschinenthe dessen Geschwindigkeit man zu messen beabsichtigt, in V bindung steht. Wird durch letzteren die Rolle mit einer wissen Geschwindigkeit zum Umlaufen gebracht, so dreht s auch die Spindel, das hölzerne Gefäfs und mit diesem Glasröhre um eine gemeinschaftliche verticale Axe, das Que silber im Gefäfse hebt sich durch die erzeugte Schwungkr steigt gegen mm hin in die Höhe; es entweicht ein Th desselben aus der Röhre ff durch die Oeffnung der Spitz und der rothgefärbte Weingeist im Röhrchen kk sinkt nach u zeigt vermittelst der auf der Scale befindlichen Grade die du Versuche vorher ausgemittelte Geschwindigkeit. Zur Verm dung des Schlotterns wird die Spitze des Röhrchens kk eine Oeffnung am Ende des Armes v gesteckt, und der ga Apparat ist auf einem an den gehörigen Stellen ausgeschni nen Brete befestigt, welches auf einem hinlänglich massi Klötzchen gestützt ist.

Nicht als allgemeines Tachometer, wohl aber als ein viele Maschinen brauchbares, namentlich in Baumwollensp nereien, wobei häufig die Geschwindigkeit innerhalb gewi Grenzen erhalten werden mufs, hat Uhlhorn[1] ein nicht m der brauchbares Instrument angegeben und zugleich die schwindigkeits-Scale für bestimmte Dimensionen theoret bestimmt. Hier wird folgende kurze Beschreibung genü da es ohnehin ungleich bequemer ist, die im einzelnen F angemessenste Geschwindigkeit empirisch zu ermitteln. I selbe besteht aus einem hinlänglich starken, an einem ge neten Platze unbeweglich zu befestigenden Rahmen AB zwischen dessen obern und untern Balken die Welle EF stählernen Spitzen in metallenen Pfannen um ihre verti Axe leicht drehbar befestigt ist. Die Welle ist in der M ihrer Länge so ausgeschnitten, wie die Figur zeigt, auch sie unterhalb dieses Einschnittes bis durch den untern Za

Fig. 2.

1 Der neuerfundene Tachometer oder Geschwindigkeitsme Frankf. a. M. 1817.

in ihrer Axe durchbohrt. Oberhalb des Einschnittes ist der eiserne Arm K befestigt, in dessen Charniere bei b der Winkelhebel abc sich in verticaler Ebene drehn kann. Am untern Ende des Hebelarmes befindet sich eine eiserne Kugel c, am obern Ende hängt ein Draht, welcher in d mit einem Gelenke versehn ist[1], dann durch den untern Balken des Rahmens herabgeht und mit seinem untern Ende auf der Scale LM die Geschwindigkeiten in Zahlen zeigt, die Uhlhorn für die von ihm gewählten Dimensionen berechnet hat und die man für abgeänderte Dimensionen gleichfalls berechnen oder empirisch aufsuchen müfste. Die Scale befindet sich auf einem mit zwei Zapfen nn′ im untern Balken des Rahmens eingelassenen Bretchen. Wird dann die Welle des Apparates vermittelst einer um die Rolle GH geschlungenen Schnur umgedreht, welche letztere mit demjenigen Theile der Maschine in Verbindung ist, deren Geschwindigkeit man messen will, so entfernt sich durch die Schwungkraft die Kugel c von ihrem Widerlager v und kommt mit dem andern Ende des Winkelhebels in die Lagen gh oder de, und das untere Ende des Drahtes f, welches beim Ruhen der Maschine auf 0 der Scale zeigt, geht bis zu den Geschwindigkeitszahlen 32, 52, 72 herab. Dem Ende des metallenen Armes b gegenüber ist ein mit seinem Ende p von der geometrischen Axe der Welle gleich weit abstehender metallener Arm befestigt, von welchem eine eiserne Stange pq von gleicher Länge mit bc und einer gleich schweren Kugel q herabgeht, die im Charniere p in verticaler Ebene gleichfalls beweglich ist, um beim Umschwingen der Kugel c das Gleichgewicht zu halten. Man übersieht bald, dafs dieser Apparat ganz dem bekannten Regulator nachgebildet ist, den die Engländer und nach ihnen alle übrigen Völker bei Dampfmaschinen und sonstigen mechanischen Vorrichtungen einführten und welchen man *Governor* nennt.

M.

---

1 Bei der praktischen Ausführung würde es vortheilhafter seyn, zwischen a und d einen dem Radius ab zugehörigen Gradbogen anzubringen, über welchem sich das aus einer Kette bestehende obere Ende des Drahtes anlegte.

Tag.

Dies; jour; *day*. *Tag*, im eigentlichen Sinne Worts, ist die Zeit einer vollständigen Umdrehung der E um ihre Axe. In *Sternzeit* ausgedrückt wird demnach Tag volle 24 Stunden dieser Sternzeit enthalten, daher a die so bestimmte Zeit der *Sterntag* genannt wird. Da a die Astronomen, aus guten Gründen, alles in mittlerer Z auszudrücken pflegen, so entsteht zuerst die Frage, wie Stunden mittlerer Zeit dieser Sterntag enthält.

A. Sterntag und Sonnentag.

Das tropische Sonnenjahr hat der neuesten Bestimm zufolge 365,242255 mittlere Tage. Ist also m die Beweg der mittlern Sonne[2] während einer Stunde, d. h. währ des 24sten Theils eines mittlern Tags, so hat man die P portion

$$360^\circ : m^\circ = 365{,}242255 : \frac{1}{24}$$

oder es ist

$$m = \frac{15}{365{,}242255}$$

in Graden ausgedrückt,oder auch

$$m = \frac{1}{365{,}242255} = 0{,}0027379$$

in Stunden der mittlern Zeit ausgedrückt, immer 24 Stun auf 360 Grade oder 1 Stunde auf 15 Grade gezählt. Diese let Bedeutung von m wollen wir im Folgenden beibehalten.

Ist für irgend einen Augenblick eines gegebenen Tags die mittlere Zeit und t die diesem Augenblicke entsprechen Sternzeit, beide in Stunden und Theilen von Stunden aus drückt, und ist ferner S die Rectascension der mittlern So für den mittlern Mittag dieses Tages, A aber die Rectasc sion dieser Sonne für den gegebenen Augenblick, so hat m

$$t = T + A$$

---

1 S. Art. *Sonnenzeit*. Bd. VIII. S. 901.

2 S. Art. *Mittlerer Planet*. Bd. VI. S. 2310.

d, da $A = S + mT$ ist,

$$t = S + T + mT \,..\, (I)$$

d dieses ist die einfache Gleichung, aus welcher man für
len Augenblick die Sternzeit t finden kann, wenn die mitt-
re Zeit T gegeben ist, und umgekehrt, wie wir auch schon
ıen[1] gefunden haben.

Aus derselben Gleichung (I) wird man auch das gesuchte
erhältnifs des Sterntags und des mittlern Tags leicht ableiten.
: nämlich für irgend einen Tag des Jahrs, im Augenblick
s mittlern Mittags, die mittlere Sonne eben im Frühlings-
ncte oder ist $S = 0$, so geht die vorhergehende Gleichung (I)
folgende über:

$$t = (1 + m)\,T \text{ oder } \frac{t}{T} = 1 + m$$

ıd in diesem letzten Ausdrucke bezeichnet also T den Bo-
n des Aequators, welchen die mittlere Sonne in derselben
:it zurückgelegt hat, während welcher der Frühlingspunct den
ogen t zurücklegt.

Da nun bei einer im Kreise immer gleichförmigen Bewe-
ıng die in gleichen Zeiten zurückgelegten Bogen sich wie
:rkehrt die Umlaufszeiten verhalten, so hat man

$$\frac{\text{Mittl. Sonnentag}}{\text{Sterntag}} = \frac{t}{T} = 1 + m = 1{,}0027379 \,..\, (II)$$

ıd diese Gleichung (II) giebt das gesuchte Verhältnifs der
ıiden Tage.

Ist also der Sterntag die Einheit, so ist

$$\text{Sonnentag} = 1{,}0027379 \text{ eines Sterntags}$$

der, wenn man durch 86400 multiplicirt,

$$\begin{aligned}\text{Sonnentag} &= 86636'',55456\\ &= 24^h\, 3'\, 56'',55456 \text{ Sternzeit.}\end{aligned}$$

ıt aber der Sonnentag die Einheit, so ist

$$\text{Sterntag} = \frac{1}{1{,}0027379} \text{ eines Sonnentags}$$

der, wenn man wieder durch 86400 multiplicirt,

$$\begin{aligned}\text{Sterntag} &= 86164'',09133\\ &= 23^h\, 56'\, 4'',09133 \text{ Sonnenzeit,}\end{aligned}$$

---

1 S. Art. *Sternzeit.* Bd. VIII. S. 1045.

übereinstimmend mit dem, was oben für Sternzeit gefunden wurde.

Multiplicirt man endlich die Gleichung (II) zu beiden Seiten durch 365,242255, so erhält man, da 365,242255 mittlere Tage gleich dem tropischen Jahre sind,

$$\text{tropisches Jahr} = 365{,}242255\,(1+m)\ \text{Sterntage}$$

oder, da

$$m = \frac{1}{365{,}242255}$$

ist,

$$\text{tropisches Jahr} = 366{,}242255\ \text{Sterntage},$$

d. h. das tropische Jahr enthält genau *einen Sterntag mehr*, als dasselbe Jahr mittlere Sonnentage hat.

Der *Sterntag* ist daher die Zeit zwischen zwei nächsten Durchgängen irgend eines terrestrischen Meridians durch denselben Punct des Himmels, d. h., wie oben gesagt wurde, die Zeit der vollständigen Umdrehung der Erde um ihre Axe; der *mittlere Tag* ist die Zeit zwischen zwei nächsten Durchgängen eines terrestrischen Meridians durch den Mittelpunct der mittlern Sonne; der *wahre Tag* (oder der eigentliche Sonnentag) ist die Zeit zwischen zwei nächsten Durchgängen eines solchen Meridians durch den Mittelpunct der wahren Sonne.

Da die mittlere und wahre Sonne eine eigene Bewegung von West gen Ost hat und da sich die Erde in ihrer täglichen Rotation ebenfalls von West gen Ost bewegt, so muſs der mittlere und wahre Sonnentag gröſser seyn als der Sterntag. Wenn nämlich der terrestrische Meridian zum zweiten Male durch denselben Punct des Himmels geht, in welchem bei seinem ersten Durchgange auch die Sonne gewesen ist, so wird dieser Meridian sich noch um einen Winkel weiter gen Ost drehen müssen, um auch die Sonne zum zweiten Male zu erreichen, weil diese Sonne indeſs selbst gegen Ost vorgerückt ist. In der That folgt aus dem Vorhergehenden, daſs der Sonnentag $0^h\ 3'\ 56'',55456$ Sternzeit mehr hat als der Sterntag und daſs im Gegentheile der Sterntag $0^h\ 3'\ 55'',90867$ mittlere Zeit weniger hat als der mittlere Tag. Wenn man daher eine nach mittlerer Zeit richtig gehende Uhr zu seinen Beobachtungen gebraucht, so wird jeder Fixstern in jedem Tage

um $0^h\ 3'\ 55'',90867$ mittlere Zeit früher durch den Meridian gehn, als er am vorhergehenden Tage durchging, während er im Gegentheile immer um dieselbe Sternzeit alle Tage des Jahres durch den Meridian geht. Hierin liegt eine der Ursachen, warum die neuern Astronomen sich durchgehends der Sternuhren bedienen. Man nennt diese Zeit von $0^h\ 3'\ 55'',90867$ die *tägliche Acceleration der Fixsterne*, und wir haben, da sie von häufigem Gebrauche in der praktischen Astronomie ist, bereits oben[1] eine Tafel für diese Acceleration gegeben.

Was endlich den oben erwähnten *wahren Sonnentag* betrifft, so ist seine Länge veränderlich, weil die Bewegung der wahren Sonne selbst veränderlich ist[2].

Noch unterscheidet man in allen Sprachen die eigene Bedeutung des Wortes *Tag*, sofern es der *Nacht* gegenübersteht, wobei *Tag* die Zeit der Gegenwart der Sonne über dem Horizonte, also die Zeit bezeichnet, die von dem Aufgange der Sonne für einen bestimmten Ort der Erde bis zu ihrem Untergange vergeht. Schon MACROBIUS und mit ihm viele neuere Schriftsteller nannten diese Zeit der Gegenwart der Sonne den *natürlichen Tag* zum Unterschiede von der oben betrachteten Zeit der ganzen Rotation der Erde, welche der *künstliche Tag* hiefs. Andere aber, wie z. B. die französischen Encyklopädisten, haben diese zwei Worte in ganz entgegengesetzter Bedeutung genommen. Man mufs es sonderbar finden, dafs keine Sprache zwei so wesentlich verschiedene Begriffe auch durch zwei verschiedene Worte bezeichnet.

B. Eintheilung des Tags.

Die Eintheilung des Tags in 24 Stunden findet man schon im grauen Alterthume, bei den ältesten Juden, von denen wir noch schriftliche Nachrichten haben, und bei den Babyloniern, wie MACROBIUS erzählt. Dieser Schriftsteller des vierten Jahrhunderts sagt, dafs die Babylonier ihren Tag mit dem Aufgange der Sonne angefangen und dann bis zum nächsten Aufgange 24 gleiche Stunden gezählt haben. Die Juden, Griechen und Römer aber theilten den natürlichen Tag

---

1 S. Art. *Sternzeit*. Bd. VIII. S. 1048.
2 S. Art. *Sonnenzeit*. Bd. VIII. S. 913.

in 12 und die Nacht ebenso in 12 gleiche Theile. Alle diese Stunden waren daher in verschiedenen Jahreszeiten auch von verschiedener Länge, da die Tage selbst im Sommer und Winter verschiedene Länge haben.

Die Juden und die Römer unterschieden bei dem natürlichen Tage (der Zeit vom Auf- bis zum Untergange der Sonne) vorzüglich vier Epochen, die sie *Primas*, *Tertias*, *Sextas* und *Nonas* nannten. Die Prime fing mit Sonnenaufgang an, die Terz hatte drei Stunden später statt, die Sext fiel auf den Mittag und die None hatte um drei Uhr nach Mittag, d. h. um drei Uhr vor dem Untergange der Sonne statt. Das sogenannte Brevier der römischen Kirche behält diese Benennungen bis auf unsere Tage bei.

Während so die genannten Völker, die Indier und Perser und beinahe der ganze Orient den Tag mit Sonnenaufgang begannen, fingen ihn die Athenienser, die späteren Juden und selbst noch heutzutage die Italiener mit dem Untergange der Sonne an. Die Letztern beginnen ihren Tag eigentlich eine halbe oder dreiviertel Stunde nach Sonnenuntergang und zählen dann 24 Stunden bis zum nächsten Untergang fort. Auch jene Eintheilung des natürlichen Tags in 12 Stunden scheint sich im Mittelalter in Europa sehr verbreitet zu haben. Der Jesuit und Astronom Riccioli, der 1671 starb, will diese sonderbare und ungeschickte Eintheilung noch in Majorca und in Nürnberg gefunden haben.

Hipparch und Ptolemäus fangen ihre Tage zu 24 Stunden mit der Mitternacht an, in Uebereinstimmung mit dem jetzt in ganz Europa eingeführten bürgerlichen Gebrauche, daher auch diese Stunden, zum Unterschiede von den früher erwähnten, *europäische Stunden* genannt werden. Die heutigen Astronomen fangen ihre Tage von Mittag an und zählen bis zu dem nächsten Mittag 24 gleiche Stunden. Die Franzosen zur Zeit ihrer Revolution wollten sich dem erwähnten bürgerlichen Gebrauche fügen, allein die Astronomen der andern Länder blieben bei ihrer Sitte stehn, und nun rechnet die *Connaissance des temps* die Tage selbst wieder vom Mittag. Diese doppelte Art zu zählen hat schon zu manchen Irrungen, z. B. bei der Angabe der Finsternisse und anderer Erscheinungen, in unsern Kalendern Veranlassung gegeben. Folgende kleine Tafel giebt das Verhältniſs zwischen der astronomischen

und der bürgerlichen Rechnung, wobei noch bemerkt werden muſs, daſs in der bürgerlichen Rechnung von 1 bis 12 Uhr zweimal gezählt wird, während die Astronomen ohne Unterbrechung von 1 bis 24 Uhr zählen.

Wenn z. B. die T^{te} Stunde des A^{ten} Julius im astronomischen Styl gegeben ist, so hat man die zwei Fälle zu unterscheiden, ob T kleiner oder gröſser als 12 Uhr ist. Man hat nämlich:

	astronomische		bürgerliche
	Rechnung		
wenn $T < 12^{Uhr}$ ...	A^{ter} Juli T^h	= ...	A^{ter} Juli T^h Abends
wenn $T > 12^{Uhr}$	A^{ter} Juli T^h	= ...	$(A+1)^{ter}$ Juli $(T-12)^h$ Morgens.

Hat z. B. eine Finsterniſs angefangen am 1sten Januar um 20 Uhr astronomischen Styls, so heiſst dieses in bürgerlicher Rechnung den 2ten Januar um 8 Uhr Morgens, und ebenso ist das astronomische Datum: den 3ten März 9 Uhr, gleich dem bürgerlichen: den 3ten März 9 Uhr Abends.

C. Tage der Woche.

Diese Eintheilung des Tags in zweimal zwölf oder in vierundzwanzig Stunden gab auch unsern Wochentagen die noch jetzt gebräuchliche Benennung und hatte ihren letzten Grund in der Astrologie. Die ägyptischen Astrologen ordneten nämlich die Planeten, zu welchen nach ihrer Meinung auch die Sonne gehörte, nach ihrem Abstande von der Erde auf folgende Art:

Mond . . 4
Mercur . . 3
Venus . . 2
Sonne 1
Mars . . 7
Jupiter . . 6
Saturn . . 5

Ordnet man dieselben in einem Kreis, wie die Zeichnung (Fig. 3.) angiebt, und bezeichnet man mit den Aegyptiern die Sonne als den ersten und wichtigsten Planeten mit I, Venus mit II, Mercur mit III u. s. w. und nimmt man an, daſs jeder dieser

sieben Planeten nach der in der Figur angeführten Reihenfolge über eine der 24 Stunden des Tages herrsche und daſs der Beherrscher und der Regent der ersten Stunde zugleich dem ganzen Tage seinen Namen gebe, so erhält man folgende einfache Anordnung:

Der Tag, von dessen erster Stunde die Sonne der Regent war, hieſs Sonntag (*Dies Solis*). Die 2te Stunde dieses Tages würde demnach in jener Reihenfolge von Venus, die 3te von Mercur, die 4te vom Monde, die 5te von Saturn, die 6te von Jupiter, die 7te von Mars und die 8te wieder von der Sonne beherrscht. Von da fing die erwähnte Reihe wieder von vorn an, so daſs also die 8te, die 15te und die 22ste Stunde wieder von der Sonne, die 23ste von der Venus und die 24ste oder letzte Stunde dieses ersten Wochentages von Mercur und daher die erste Stunde des zweiten Wochentags vom Monde beherrscht wurde, daher dieser ganze zweite Tag Mondtag (*Dies Lunae*) genannt wurde. Demselben Monde gehörte also auch wieder die 8te, 15te und 22ste Stunde dieses Tags und daher die 23ste dem Saturn, die 24ste dem Jupiter und die 25ste, d. h. die 1ste Stunde des folgenden Tags, dem Mars, daher dieser ganze dritte Wochentag, der Dienstag, *Dies Martis* genannt wurde, u. s. f. für alle folgende Wochentage.

Diese Anordnung bestimmte nicht nur, wie man so eben gesehn hat, den Regenten jedes einzelnen Tages im Jahre, sondern auch den des ganzen Jahres selbst. Wenn nämlich die gegebene Jahrszahl, durch die Zahl 7 dividirt, zum Rest 1, 2, 3.. giebt, so ist der Regent dieses Jahres die Sonne, Venus, Mercur u. s. w. So giebt z. B. das Jahr 1838 durch 7 dividirt den Quotienten 262 und den Rest 4; also ist von dem ganzen Jahre 1838 der Regent der Mond und ebenso ist
von 1839 der Regent Saturn,
1840 Jupiter,
1841 Mars u. s. w.

Man findet diese Ueberreste der Astrologie noch zuweilen in den ältern Kalendern angezeigt, daher es immer noch angemessen erscheinen mag zu erfahren, auf welchem Wege man zu diesen Einrichtungen gekommen ist, wenn sie gleich ohne allen wissenschaftlichen Werth sind.

Bemerken wir noch, daſs das Wort *Dienstag* (englisch *Tuesday*) auch in unsern germanischen Sprachen den Kriegs-

gott, den Mars der alten Deutschen, bezeichnet, da dieser Gott im Angelsächsischen *Thus* hiefs, daher auch derselbe Tag im Oberdeutschen bei dem gemeinen Volke noch jetzt *Erichstag* oder *Ertag* heifst, weil da der Kriegsgott *Erich* genannt wurde. Ebenso ist der *Donnerstag* (englisch *Thursday*) der Tag des Donnergottes *Thur*, des nordischen Jupiters, *Freytag* (engl. *Friday*) soll seine Benennung von *Freya*, der nordischen Venus, erhalten haben. Die übrigen Benennungen der Wochentage, Sonntag, Montag, Mittwoch und Samstag oder Sonnabend, sind für sich klar. Das Wort *Woche* selbst aber soll aus dem gothischem *Wik* entstanden seyn, das bei *Ulfilas* Ordnung oder regelmäfsiger Wechsel bedeutet.

Diese *Woche* von sieben Tagen findet sich schon in dem grauesten Alterthume. Durch alle Verheerungen, welche Elementarereignisse, weitverbreitete Krankheiten, Völkerwanderungen, Kreuzzüge und Kriege aller Art unter den Nationen der Vor- und Mitwelt verbreitet haben, selbst durch die Unordnungen, welche die Zeitrechnungen der ältern Völkerschaften unseres Erdbodens erlitten haben, windet sich die *Woche*, diese heilige, unantastbare Periode von sieben Tagen, in ununterbrochener Folge, gleich einem diamantenen Bande, durch die ganze Geschichte der Menschheit. Die Juden feierten in ihren ersten Zeiten schon jeden siebenten Tag, welcher dem Herrn und der Ruhe geweiht war, und ihnen gingen wahrscheinlich schon die ältesten uns bekannten Völker des Orients voraus[1]. Noch Garcilaso de Vega trafen die Eroberer von Südamerica diese Periode auch bei den Peruanern im allgemeinen Gebrauche. Ohne Zweifel haben die Phasen des Monds dazu die erste Veranlassung gegeben, da sie sehr nahe alle 4mal 7 oder alle 28 Tage sich erneuern. (Die synodische Revolution des Monds[2] beträgt eigentlich 29,53058 Tage.)

D. Schalttage.

Im Artikel *Jahr* S. 668 wurde bereits nach Ideler ein Grund angegeben, warum der Schalttag unseres Kalenders auf den 24sten Februar folgt, der aber nicht ganz deutlich ist,

1 Mém. de l'Académie des Inscript. T. IV. p. 65.
2 S. Art. *Mond*. Bd. VI. S. 2346.

daher wir hier darüber noch Nachfolgendes bemerken. Scho
der römische König NUMA führte bekanntlich 700 Jahre v
Chr. G. eine wesentliche Verbesserung des zu seiner Zeit no
sehr unvollkommenen römischen Kalenders ein. Zu den zeh
vor ihm gebräuchlichen Monaten von 30 oder 31 Tagen füg
er noch zwei Monate hinzu, den *Januar*, den er zu Anfan
und den *Februar*, den er zu Ende seines neuen Jahres stellt
Im Jahre 450 vor Chr. G. versetzten die Decemviri diesen Mo
nat Februar und stellten ihn unmittelbar nach dem Januar, u
dadurch ihre Amtszeit zu verlängern. Dadurch wird die Stel
OVID's[1] erklärt:

Qui sequitur Fanum, veteris fuit ultimus anni;
Tu quoque sacrorum, Termine, finis eras.

Dieselben Verse zeigen aber zugleich, warum der Schaltta
nicht am Ende des Februars, sondern auf den 24sten diese
Monats verlegt worden ist. Am 23sten Februar nämlich oder
wie dieser Tag im römischen Kalender hiefs, am VIIten *Ca-
lendas Martii* wurde das Fest des Grenzgottes *Terminus* ge-
feiert, und da der Februar früher der letzte Monat des Jahr
und dieses Fest das letzte Fest des Jahrs war, so wurde de
Schalttag auf den 24sten Februar oder auf den Tag verleg
der unmittelbar hinter den letzten Festtag des Jahres fiel. Nac
JULIUS CAESAR, der diese Veränderung des Kalenders im J. 4
vor Chr. G. einführte, war der 24ste Februar oder der soge-
nannte VI. Calendas Martii, der dem Andenken der Vertrei-
bung des Königs TARQUINIUS gewidmet war, in den Schalt-
jahren zum 25sten Februar geworden, und dann wurde de
neue 24ste, oder der eigentliche Schalttag, der *bis sextus Ca-
lendas Martii* genannt, und daher kommt die Benennung de
Annus bissextilis für das Schaltjahr. Demnach hat diese
24ste Februar schon ein nahe zweitausendjähriges Recht au
den Schalttag, daher er auch vom letzten Kalenderreformator
GREGOR XIII., als der Schalttag beibehalten worden ist, wie denn
auch die Bulle, wodurch derselbe seinen reformirten Kalende
einführte, vom 24sten Februar 1582 datirt ist.

---

1 Fastorum L. II. v. 49.

E. Beständigkeit der Erdaxe.

Unsere ganze Astronomie beruht auf zwei Voraussetzungen: I. daſs die Rotationsaxe der Erde stets durch dieselben Puncte der Erdoberfläche geht und II. daſs die Rotation der Erde um diese Axe gleichförmig und für alle Zeiten von derselben Dauer ist. Diese Dauer oder die Länge des Tags ist nämlich in letzter Instanz das Etalon aller unserer Zeitmessungen, und es ist daher von der gröſsten Wichtigkeit für den rechnenden sowohl, als auch für den beobachtenden Astronomen, dieses Etalon und alle die Veränderungen, denen es vielleicht unterworfen seyn kann, genau zu kennen. Die Axe der Erde bewegt sich vermöge der Präcession[1] um die hier als ruhend vorausgesetzte Axe der Ekliptik und überdieſs noch um diese ihre mittlere Lage vermöge der Nutation[2]. Bei dieser doppelten Bewegung dieser Axe wäre es daher nicht unerwartet, sie auch noch in Beziehung auf die Oberfläche der Erde selbst beweglich zu finden. Allein seit der Zeit, als man das Fernrohr bei den astronomischen Instrumenten gehörig anzubringen gelernt hat, d. h. seit der Zeit, als man die Polhöhen (oder die geographischen Breiten) der Beobachtungsorte auf der Erde mit gröſserer Genauigkeit zu bestimmen im Stande war, hat man für jeden dieser Orte die Entfernung des Pols des Aequators vom Zenithe des Beobachters immer constant und unveränderlich gefunden. Wenigstens sind die Aenderungen, die man bei den verschiedenen Sternwarten Europa's in ihren Polhöhen bemerkt hat, nicht gröſser als die Fehler, die man mit den nach und nach verbesserten Instrumenten, aller Wahrscheinlichkeit nach, begehn konnte. Es scheint daher auſser Zweifel zu seyn, daſs diese Axe immer sehr nahe durch dieselben Puncte der Oberfläche der Erde gegangen ist und daſs die Voraussetzung einer vollkommenen Unveränderlichkeit der Lage dieser Axe als erlaubt angesehn werden kann.

Man hat aber auch diese Unveränderlichkeit der Erdaxe auf theoretischem Wege zu beweisen gesucht. Da die Dichte des Meeres nur nahe den fünften Theil der mittleren Dichte der Erde beträgt, so wird dieses Meer, obschon es den gröſs-

---

1 S. Art. *Vorrücken der Nachtgleichen.*
2 S. Art. *Nutation.* Bd. VII. S. 269.

ten Theil der Erdoberfläche bei verhältnifsmäfsig sehr geringer Tiefe bedeckt, nur einen geringen Einfluſs haben auf diejenige Gestalt der Erde, die man aus den Meridianmessungen, aus den Pendelbeobachtungen und aus den zwei bekannten Störungsgleichungen des Monds in Länge und Breite gefunden hat. Nach LAPLACE[1] folgt aus beiden groſsen Meridianmessungen, die man in Frankreich und am Aequator angestellt hat, die Abplattung

$$\frac{a-b}{b}=\frac{1}{308}$$

und aus den erwähnten beiden Störungen des Monds, zu deren Bestimmung BOUVARD, BÜRG und BURCKHARDT mehrere Tausende von Mondbeobachtungen berechnet haben, erhält man

$$\frac{a-b}{b}=\frac{1}{306},$$

wo a und b die halbe groſse und kleine Axe des Erdsphäroids bezeichnen.

Was die erwähnte geringe Tiefe des Oceans betrifft, so suchte sich LAPLACE davon auf folgende Art zu überzeugen. Wenn man sich die Erde ganz ohne Meer als einen festen Körper vorstellt und dann annimmt, daſs die ganze Oberfläche derselben flüssig wird und zugleich im Gleichgewichte bleibt, so erhält man, durch Anwendung der Rechnung auf diese Voraussetzungen, die Abplattung der Erde durch das bekannte *Theorem* CLAIRAUT's[2] gleich $\frac{1}{310}$, also sehr nahe wie-

---

1 Mécanique céleste. T. V.

2 CLAIRAUT hat in seinem berühmten Werke: Théorie de la figure de la terre. Paris 1743. folgende Gleichung aufgestellt:

$$\delta=\tfrac{5}{2}\,\theta-2\omega,$$

wo δ die Abplattung des Erdsphäroids, θ das Verhältniſs der Centrifugalkraft zur Schwere am Aequator und 2ω den Unterschied der Schwere am Pol und am Aequator, die erste als Einheit angenommen, bezeichnet.

Diese Gleichung hängt auf eine merkwürdige Art mit dem allgemeinen Ausdruck der *Länge des Secundenpendels* zusammen. Nimmt man nämlich wieder die Erde ringsum als von einem im Gleichgewichte stehenden Ocean bedeckt an, so hat LAPLACE in seiner Méc. céleste gezeigt, daſs dann für jeden Ort der Oberfläche der Erde die Veränderung der Länge des Secundenpendels dem Cosinus der dop-

der denselben Werth. Dieser geringe Unterschied der so auf theoretischem Wege gefundenen *Abplattung* von jener, die durch Meridianmessungen, durch Pendellängen und durch Mondbeobachtungen bestimmt worden ist, zeigt, daſs die Gestalt unserer Erde nahe diejenige ist, die einer ebenso groſsen Masse, aber ringsum von einer Flüssigkeit bedeckt, entspricht, deren Theile alle unter einander im Gleichgewichte sind. Daraus,

---

pelten Polhöhe dieses Orts proportionirt ist. Ist daher λ die Länge des Secundenpendels für die Breite φ und l diese Länge für die Breite von 45 Graden, so hat man

$$\lambda = l . (1 - A \operatorname{Cos}. 2\varphi),$$

wo A eine constante Gröſse bezeichnet. Um diese Gröſse A zu bestimmen, hat man für den Aequator, wo $\varphi = 0$ ist,

$$\lambda' = l(1 - A)$$

und für den Pol, wo $\varphi = 90°$ ist,

$$\lambda'' = l(1 + A).$$

Eliminirt man aus den beiden letzten Gleichungen die Gröſse l, so erhält man

$$A = \frac{\lambda'' - \lambda'}{\lambda'' + \lambda'}$$

oder nahe, da λ'' von λ' nur wenig verschieden ist,

$$A = \frac{\lambda'' - \lambda'}{2\lambda''}.$$

Da aber überhaupt die Länge des Secundenpendels für jeden Ort der Erde der Schwere in diesem Orte proportional ist, so ist 2 A der Unterschied der Schweren am Pol und am Aequator, die erste als Einheit genommen, das heiſst, die Gröſse A ist mit der vorhergehenden ω identisch. Wir haben demnach für den allgemeinen Ausdruck des Secundenpendels

$$\lambda = l(1 - \omega \operatorname{Cos}. 2\varphi).$$

Nun ist die Verminderung der Schwere am Aequator der Erde, die durch die Rotation derselben entsteht, oder es ist $\Theta = \frac{1}{289}$ (s. Art. *Centralbewegung* Bd. II. S. 64, wenn man in der dort angeführten Gleichung

$$\Theta = \frac{2\pi^2 r}{g T^2},$$

die Gröſse $g = 4{,}90448$ Meter, $T = 86164{,}09$ für den Sterntag und $2\pi r = 40$ Millionen Meter für den Umkreis der Erde setzt). Nimmt man endlich die Abplattung der Erde in runder Zahl $\delta = \frac{1}{300}$, so findet man durch Clairaut's Gleichung

$$\omega = \tfrac{5}{4} r - \tfrac{1}{2}\delta = 0{,}00266,$$

also auch für den allgemeinen Ausdruck der Pendellänge

$$\lambda = l(1 - 0{,}00266 \operatorname{Cos}. 2\varphi),$$

sehr nahe mit demjenigen übereinstimmend, den Poisson Traité de Mécanique Vol. I. p. 867. Zweite Aufl. gegeben hat.

so wie auch aus der grofsen Menge des Festlands und Inseln, die das Meer trocken gelegt hat, folgt mit hoher Wa scheinlichkeit, dafs die Tiefe dieses Meeres nicht sehr g seyn kann und dafs diese mittlere Tiefe des Weltmeers n gleich der mittlern Höhe des Continents mit seinen Ber über dem Spiegel des Meers ist, d. h. dafs sie nahe 3000 I Fufs betragen mag. Diese Tiefe ist aber nur der 20ste T des Unterschieds der beiden Halbaxen der Erde, welcher le tere über 61000 Par. Fufs oder nahe $2\frac{7}{10}$ geogr. Meilen betr Allerdings können sich auf dem Boden des Meers ebenso v und ebenso tiefe Höhlen befinden, als das Festland nebst zahlreichen Inseln der Erde hohe Berge auf seinem Rüc enthält. Aber auch diese Höhlen können in Beziehung auf gegenwärtige Untersuchung keinen wesentlichen Untersch begründen, um so weniger, als sie durch die Ablagerung Flüsse und durch die Ueberreste der Seethiere, welche Strömungen in diese Höhlen zusammentreiben, allmälig m und mehr wieder ausgefüllt werden müssen.

Dieses Resultat einer gegen den Halbmesser der Erde äufserst geringen Tiefe des Oceans ist für die Naturgeschic und besonders für die Geologie von der gröfsten Wichtigk Die Oberfläche unserer Erde und die obersten Schichten, wir von ihrer Bedeckung kennen gelernt haben, zeigen zahlreiche Spuren von Ueberschwemmungen, die in der V zeit das Festland getroffen haben müssen. Wahrscheinl sind in den Zeiten, von welchen der Anfang unsrer Mensch geschichte noch weit entfernt ist, sehr grofse Strecken Erde durch gewaltsame Schwankungen des Weltmeers abwe selnd überschwemmt und wieder trocken gelegt worden. Du ein solches Sinken oder Zurücktreten des Meeres mufsten a stets um so gröfsere Strecken des Continents trocken gel werden, je geringer die Tiefe des Meeres ist, und da in That so ein grofser Theil der Erde trocken geworden ist, konnte jene Tiefe des Meeres zu allen Zeiten auch nur geri gewesen seyn und so konnten also auch diese Schwanku gen des Meeres, so verderblich sie auch für die Pflanze und Thierwelt der Vorzeit seyn mochten, für die eigentlic Gestalt der Erde im Grofsen nur unbedeutend seyn. Demna müssen auch alle Hypothesen der Geologen, die eine gro und gewaltsame Versetzung der Pole auf der Erde voraussetz

ls unverträglich mit dem bisher Gesagten angesehn werden. Durch eine solche Hypothese hat man z. B. die Elephantenreste rklären wollen, die, ganz mit Eis umzogen, an den Gestaden les Eismeers in Sibirien gefunden worden sind. Diese Thiere, agte man, die nur in warmen Klimaten wohnen, können dort nicht gelebt haben, wenn nicht auch jene Gegenden den heifsen Zonen angehört, d. h. wenn nicht die Pole der Erde zu ener Zeit ganz andern Puncten ihrer Oberfläche, als in unsern Tagen, entsprochen haben. Allein es ist jetzt allgemein bekannt, dafs die borstenartige und dichte Wolle, mit welcher lie Haut des Mammut bedeckt war, eine von den Elephanten verschiedene Thierart bezeichnet, die eben wegen dieser dichen Decke in jenen auch damals schon kalten Gegenden sehr wohl wohnen konnte.

Welches ist aber die Kraft, welche den Schichten unserer Erde ihre sphäroidische Gestalt und die Zunahme ihrer Dichtigkeit mit ihrem Fortschreiten gegen den Mittelpunct der Erde gegeben hat? Welches ist die Kraft, die diese Schichten so regelmäfsig um ihren Kern, um ihren gemeinschaftlichen Mittelpunct, gelagert und die der Oberfläche dieser Erde genau diejenige Form gegeben hat, die sie, wenn sie bei ihrer ersten Entstehung flüssig und im Gleichgewichte gewesen wäre, hätte annehmen müssen?

Wenn die verschiedenen Substanzen, aus welchen die Erde besteht, im Anfange durch die Wirkung einer sehr grofsen Hitze im flüssigen Zustande waren, so mufsten die dichteren Theile dieser Masse gegen den Mittelpunct der Erde sich ansammeln und das Ganze mufste den Grundsätzen der Dynamik gemäfs eine elliptische Gestalt annehmen, wenn die Oberfläche desselben im Gleichgewicht bleiben sollte. Aber selbst wenn die ganze Masse der Erde im chemischen Sinne des Worts homogen oder blofs aus einer einzigen Substanz geformt wäre, so würde doch das Resultat dasselbe seyn. Denn auch dann würde das grofse Gewicht der obern Schichten die Dichtigkeit der untern durch ihren gewaltigen Druck vergröfsert haben und das Gleichgewicht würde auch hier nur bei der elliptischen Gestalt der ganzen Masse möglich gewesen seyn. Die Geometer, welche sich bisher mit der analytischen Untersuchung dieses schwierigen Gegenstandes beschäftigt haben, Clairaut, d'Alembert, Maclaurin, Lagrange, Legendre und Laplace, haben

auf diese Compressibilität der Massen keine Rücksicht geno
men, so sehr auch schon Daniel Bernoulli in seiner l
rühmten Preisschrift von der Ebbe und Fluth des Meeres d
auf aufmerksam zu machen gesucht hat. Erst Laplace ist
fünften Bande seiner Mechanik des Himmels wieder auf
umständliche Discussion dieses Gegenstandes zurückgeko
men[1], aber er mufste dabei von einer Hypothese ausgehn,
ren Wahrheit noch nicht durch Beobachtungen bestätigt w
den konnte. Bei allen gasförmigen Körpern verhält sich nä
lich, nach einem bereits vollkommen constatirten und allgem
bekannten Gesetze, die Dichtigkeit wie ihre Compression,
lange die Temperatur sich nicht ändert. Bezeichnet dahe
den Druck und δ die Dichte eines luftförmigen Körpers,
hat man die Gleichung

$$\frac{\partial p}{\partial \delta} = C,$$

wo C eine constante Gröfse bezeichnet. Allein dieses ein
che Gesetz scheint bei den flüssigen (tropfbaren) und bei
festen Körpern nicht mehr statt zu haben. Es ist am nat
lichsten, anzunehmen, dafs diese beiden Körperarten der Co
pression um so mehr widerstehn, je gröfser der auf ihnen
stende Druck ist. Dieses scheint auch den bisher angestell
Erfahrungen gemäfs zu seyn. Man wird also hier die G
chung

$$\frac{\partial p}{\partial \delta} = C . \delta^{m}$$

annehmen müssen, wo m irgend eine positive Zahl, die g
fser als die Einheit ist, bezeichnet. Laplace nahm, da
doch über den eigentlichen Werth dieses Exponenten m n
ungewifs sind, einstweilen $m = 1$ an, weil dadurch die
herigen Experimente über die Compressibilität der tropfb
und der festen Körper mit hinlänglicher Genauigkeit dar
stellt werden und weil endlich auch diese Annahme die l
her gehörenden Berechnungen ungemein erleichtert.

Um aber nach dieser kleinen Digression wieder zu
theoretischen Beweisen, die man für die Unveränderlich
der Lage der Weltaxe gefunden hat, zurückzugehn, so ist
der Dynamik bekannt[2], dafs jeder feste Körper drei sogenan

1 Mécanique céleste. Liv. XI.

2 S. Art. *Axendrehung*. Bd. I. S. 665.

Hauptaxen hat, die auf einander senkrecht stehn und um die sich der Körper frei und gleichförmig drehn kann. Es entsteht nun die Frage, ob diese merkwürdige Eigenschaft auch der Erde zukommen kann, da diese in ihrer Oberfläche zum größten Theile mit einer Flüssigkeit, mit dem Meere, bedeckt ist? Für diesen Fall verbinden sich die Bedingungen der Hauptaxen mit denen des Gleichgewichts einer flüssigen Masse, und wenn die Lage jener Axen geändert wird, so wird auch die ganze Gestalt der Erde eine Aenderung erleiden. Es wäre aber möglich, daſs unter allen Aenderungen auch eine solche wäre, für welche die Rotationsaxe sowohl, als auch das Gleichgewicht des Meeres unveränderlich bliebe. Laplace[1] hat durch seine Analyse gefunden, daſs ein solcher Fall in der That besteht und daſs dazu bloſs erfordert wird, daſs die fixe, freie Rotationsaxe der Erde sehr nahe durch den Schwerpunct des Erdsphäroids gehe. Die Irregularität des Meeresbodens, seiner Tiefe und seiner Begrenzung an den Ufern läſst zwar hier keine strenge Rechnung zu, aber es genügt, die bloſse Möglichkeit eines solchen Falles gezeigt zu haben. Laplace zeigt an dem angeführten Orte durch die Kraft seiner Analyse, daſs eine solche durch den gemeinschaftlichen Schwerpunct der festen Erde und des Meeres gehende freie Rotationsaxe immer möglich ist, und er giebt ebendaselbst die Gleichungen, welche die Lage dieser Axe bestimmen. Demnach macht der die Erde groſsentheils bedeckende Ocean die Existenz einer in ihrer Lage unveränderlichen Rotationsaxe dieser Erde nicht nur nicht unmöglich, sondern derselbe Ocean wird überdieſs, durch die groſse Beweglichkeit seiner Theile und durch den Widerstand, den die Schwankungen dieser groſsen flüssigen Masse erleiden, derselben Axe auch dann noch ihre feste Lage sichern können, wenn äuſsere Einwirkungen, z. B. der Vorübergang eines Kometen in einer groſsen Nähe, dieses Gleichgewicht zu stören suchen sollten.

Wenn aber auch das Meer mit seinen immerwährenden Fluctuationen die Lage der Rotationsaxe der Erde, weit entfernt, sie zu stören, vielmehr vor allen äuſsern Störungen zu sichern scheint, wie verhält es sich mit dem Einflusse, welchen die Explosionen der Vulcane, welchen unsere Erdbeben, bestän-

---

1 Mécanique céleste. Liv. XI. p. 67.

dige Winde, grofse Meeresströmungen u. s. w. auf die La
jener Axe ausüben können? Auch dieses hat LAPLACE schon i
dem fünften Theile seiner Mechanik des Himmels untersuch
Durch Anwendung des bekannten Princips der Mechanik v
der Erhaltung der Flächen fand er, dafs der Einflufs aller di
ser Störungen auf die Lage der Erdaxe sowohl, als auch a
die Dauer des Tages ganz unmerklich ist. Nur wenn dur
Zusammenwirkung der erwähnten Ursachen sehr beträchtlic
Erdmassen auf bedeutende Entfernungen verrückt, wenn z.
ganze Gebirge mehrere Meilen auf der Oberfläche der Er
versetzt werden könnten, dann erst würde eine Besorgnifs j
ner Art statt finden können. Allein von solchen Ereigniss
haben wir, so weit unsere Geschichte zurück reicht, kei
Spuren aufzuweisen. Alles vereinigt sich daher, die Lage d
Rotationsaxe der Erde, in Beziehung auf ihre Oberfläche, i
constant und für alle Zeiten unveränderlich anzunehmen.

Zur bessern Einsicht dieses wichtigen Gegenstandes übe
blicken wir noch einmal im Zusammenhange die verschied
nen Verhältnisse, in welchen sich diese Rotationsaxe der Er
in Beziehung auf die Erde selbst und auf den sie umgebe
den Himmel befindet. Wenn diese Erde eine homogene o
auch nur eine aus sehr dünnen concentrischen Schichten b
stehende Kugel ist, deren Elemente alle sich unter einan
im verkehrten Quadrate ihrer gegenseitigen Entfernungen a
ziehn und zugleich in demselben Verhältnisse von ander
ruhenden oder bewegten äufsern Körpern angezogen werd
so wird die Resultante aller dieser Kräfte immer dieselbe se
als wenn die Masse dieser ganzen Erde in ihrem Mittelpun
vereinigt wäre, weil nämlich für diesen Fall jede die
Kräfte gleich und entgegengesetzt der Reaction der Kugel i
denjenigen Punct seyn wird, von welchem diese Kraft kom
Dann wird also dieser Schwerpunct der Erde wie ein fr
stehender, isolirter Punct, der gegebenen Anziehungen u
Abstofsungen unterworfen ist, sich bewegen und die Rotat
der Erde wird von allen diesen Kräften unabhängig und d
selbe seyn, als wenn der Schwerpunct der Erde in Ru
bliebe, so dafs also für den genannten Fall die zwei Bew
gungen der Erde, die der Translation um die Sonne und
der Rotation um ihre eigene Axe, von einander ganz unabhä
gig seyn würden.

Wenn man also von der Abplattung der Erde oder der erwähnten concentrischen Schichten derselben abstrahirt, d. h. wenn man die Erde als eine vollkommene Kugel annimmt, deren Dichte entweder constant oder nach einem gewissen Gesetze mit der Entfernung ihrer Elemente vom Mittelpuncte veränderlich ist, so wird sie sich immer gleichförmig und mit derselben Geschwindigkeit um einen ihrer Durchmesser drehn, welcher Durchmesser immer derselbe bleibt, und zu gleicher Zeit wird die elliptische Bewegung ihres Schwerpuncts um die Sonne zwar noch durch die andern Planeten gestört werden, aber doch von der Bewegung ihrer Rotation gänzlich unabhängig seyn. Nicht so bei der an ihren Polen abgeplatteten Erde, wenn sie die Gestalt eines Körpers hat, welcher durch die Umdrehung einer Ellipse um ihre kleine Axe entstanden ist. Denn wenn im Anfange der Bewegung der Erde ihre Rotationsaxe mit jener kleinen Axe der Ellipse nicht ganz genau zusammengefallen ist, so wird diese Rotationsaxe um jene elliptische Axe in Schwankungen gerathen und eben deshalb der Oberfläche der Erde bald in diesen, bald in jenen Puncten begegnen. Dann würden also die zwei Pole des Aequators auf der Oberfläche der Erde hin und wieder gehn und die geographischen Breiten (Polhöhen) der verschiedenen Orte dieser Oberflächen würden immerwährenden Veränderungen unterworfen seyn. Die *Gröſse* (*Amplitude*) dieser Schwankungen der Pole würden willkürlich seyn, die *Dauer* derselben aber würde von den Differenzen abhängen, welche die Momente der Trägheit der Erde unter sich haben[1]. Nach diesen bei unserer Erde statt habenden Momenten würde die erwähnte Dauer jener Oscillationen der Pole nahe ein Jahr betragen oder die periodischen Schwankungen der Polhöhen würden nahe mit jedem Jahre wiederkehren und ihre Anomalieen würden in jedem Monate dieselben seyn. Allein die schärfsten astronomischen Beobachtungen der neuesten Zeit haben uns keine solchen Aenderungen der Polhöhen bemerken lassen. Man muſs daher schlieſsen, daſs diese Schwankungen, wenn sie je in der Vorzeit existirt haben, ursprünglich sehr klein gewesen und mit der Zeit ganz unmerklich geworden seyn müssen. Es bleiben demnach jetzt nur noch jene stetig fortwirkenden äuſsern

1 Vergl. *Moment.* Bd. VI. S. 2332.

Kräfte übrig, die von der Attraction der Sonne, des Mond und der Planeten auf das Sphäroid der Erde wirken, und die allein werden die *Richtung der Erdaxe*, nicht in Beziehu auf die Oberfläche der Erde, wohl aber in Beziehung auf d fixen Gestirne des Himmels noch einer Aenderung unterwe fen können. In der That enthalten diese Anziehungen eine obschon in Beziehung auf die Anziehung dieser Körper, d sie gegen die *ganze* Erde ausüben, sehr geringen Theil, dess mittlere Richtung nicht durch den Schwerpunct der abgepla teten Erde geht, und dieser Theil ist es, der jene Veränd rungen der Lage der Erdaxe hervorbringt, die unter der B nennung der *Präcession der Nachtgleichen* und der *Nutati* bekannt sind[1].

F. Beständigkeit des Tages.

In der erwähnten Abhandlung von Poisson findet ma auch die theoretischen, aus der analytischen Mechanik hervo gehenden Gründe für die Unveränderlichkeit des *Sterntag* woraus dann sofort folgt, dafs auch der *mittlere Sonnentag* u veränderlich oder doch nur ganz unmerkbaren seculären V riationen unterworfen ist. Allein ohne uns hier in die Tief jener complicirten Berechnungen einzulassen, werden wir u auf einem anderen, einfacheren Wege von dieser wichtig Wahrheit, worauf unsere ganze Astronomie als auf einer B sis ruht, mit nicht minderer Schärfe zu überzeugen suchen.

Wenn man zwei nächstfolgende Durchgänge eines Fixster durch den Meridian beobachtet und wenn die bei dies Beobachtungen gebrauchte Uhr, für die Zwischenzeit dies beiden Durchgänge, genau 24 Stunden giebt, so sagt ma diese Uhr sey nach Sternzeit regulirt. Wenn dann diese U längere Zeit hindurch ihren Gang genau beibehielte, so dürf man nur von Zeit zu Zeit wieder zwei nächste Durchgän eines Sterns an dieser Uhr beobachten, und wenn bei dies

---

1 Am besten und umständlichsten findet man die wichtige The rie von der Bewegung der Erdaxe entwickelt in einem sehr schön Aufsatze von Poisson, sur le mouvement de la terre autour de s centre de gravité, in dem VIIten Theile der Mémoires de l'Acad. d Sciences de Paris.

pätern Beobachtungen die Zwischenzeit immer wieder genau 4 Stunden beträgt, so würde man daraus schliefsen, dafs der terntag, wenigstens für die alle diese Beobachtungen umfas-ende Periode, constant oder von gleicher Länge gewesen sey. Dieselben Beobachtungen kann man nach mehrern Jahren wie-lerholen, und wenn man auf diese Weise durch eine sehr lange Zeit immer dasselbe Resultat gefunden hat, so wird man laraus den Schlufs ziehn, dafs der Sterntag für alle Zeiten constant ist, ein Schlufs durch Induction, der desto sicherer seyn wird, je gröfser und genauer die Anzahl der ihm zu Grunde liegenden Beobachtungen ist und je weiter sie von einander in der Zeit entfernt sind. Allein wie soll man sich von dem unveränderten Gange einer solchen Uhr überzeugt halten? Wir haben zwar in der neueren beobachtenden Astronomie an dem Mittagsfernrohre [1] ein Mittel, den Gang einer solchen Uhr von Tag zu Tag mit der gröfsten Genauigkeit zu erforschen, allein dieses Mittel besteht eben nur in der Beobachtung jener Durchgänge der Sterne durch den Meridian und setzt daher das, was wir hier beweisen wollen, die Beständigkeit des Tages schon voraus. Wenn wir z. B. finden, dafs eine solche Uhr für die nächste Zwischenzeit zweier Sterndurchgänge heute eine Secunde mehr gegeben hätte als gestern, so schliefsen wir daraus nicht, dafs der heutige Tag eine Secunde länger ist, sondern nur dafs unsere Uhr heute um eine Secunde mehr zeigt, als sie zeigen sollte, oder dafs der Fehler der Uhr, nicht des Tags, während des Verlaufs eines Tages eine Secunde beträgt, wobei wir, wie gesagt, stillschweigend annehmen, dafs die Länge des Tags für gestern und heute und für alle Zeiten immer dieselbe ist. Wenn die alten Griechen oder Chaldäer die Länge des Tages kennen lernen wollten, so mufsten sie, da es keinen andern Weg zu diesem Ziele giebt, nahe auf dieselbe Weise verfahren, nur mit dem Unterschiede, dafs die Resultate ihrer Beobachtungen viel weniger genau seyn mufsten, als bei den neuern Astronomen, da sie weder Fernröhre noch gute Uhren hatten, die doch zu dieser Absicht unentbehrlich sind. Wenn sie aber auch das Fernrohr gekannt, wenn sie eine solche genaue Uhr besessen hätten und, um das Mafs dieser Voraussetzungen voll

---

1 S. Art. *Passagen-Instrument.* Bd. VII. S. 296.

zu machen, wenn eine solche Uhr bis zu uns gekommen w
was würde uns das alles nützen? Wenn eine solche z
im Schutte von Pompeji ausgegrabene Uhr mit den glaubw
digsten Zeugnissen versehn wäre, dafs sie zur Zeit des K
sers Augustus von einem astronomischen Collegium geprüft
dafs ihr täglicher Gang mit dem Sterntage von jener Zeit g
übereinstimmend gefunden worden wäre, was würde uns
helfen, selbst wenn wir diese Uhr nach ihrem langen Sc
vom achtzehnten Jahrhunderte wieder aufwecken und in G
bringen könnten? Höchst wahrscheinlich würde sie mit
serem Sterntage nicht mehr genau übereinstimmen. Aber i
Abweichung, wie klein oder wie grofs sie auch seyn m
welcher Ursache soll man sie zuschreiben? Einer wirklic
Aenderung des Sterntages in dieser langen Periode oder v
mehr einer durch die Länge dieser Zeit erfolgten Abnutz
ihrer Theile? Das Letzte ist offenbar das Wahrscheinlich
und da wir uns davon auf keine Weise befreien können,
bleiben wir auch, unseres anscheinend so glücklichen Fun
ungeachtet, über das, was wir eigentlich suchten, in tie
Dunkel.

Allein die Astronomen haben ein ganz anderes Mittel g
funden, durch welches sie die wahre Länge des Tags, wie
vor zwei vollen Jahrtausenden bestand, bestimmen und zw
mit viel gröfserer Schärfe bestimmen konnten, als es je du
jene alten Maschinen möglich gewesen wäre. Der Mond b
wegt sich bekanntlich mit sehr merkbarer Geschwindigkeit u
ter den fixen Gestirnen des Himmels von West gen O
Zwar ist seine Geschwindigkeit sehr ungleich, aber wenn m
ihn längere Zeit hindurch aufmerksam beobachtet, so fin
man, dafs er im Mittel aus allen diesen Beobachtungen währe
eines mittleren Tages sich um 13,17634 Grade in Länge g
gen Ost bewege, woraus folgt, dafs er in

$$\frac{360}{13,17634} = 27,3217 \text{ Tagen}$$

seinen ganzen Umlauf um die Erde in Beziehung auf irge
einen Fixstern zurücklegt, d. h. dafs seine siderische Umlau
zeit gleich

$$27^{\text{Tage}}\ 7^{\text{St.}}\ 43^{\text{Min.}}\ 14,^{\text{Sec.}}9$$

mittlerer Zeit ist. Aus dieser *siderischen Umlaufszeit* d
Monds läfst sich nun auch leicht die Umlaufszeit dieses G

tirns in Beziehung auf die Sonne finden, welche letztere sich bekanntlich ebenfalls von West gen Ost, und zwar in einem mittlern Tage sehr nahe um 0,98559 Grade, bewegt. Dann ist nämlich die mittlere tägliche Bewegung des Monds in Beziehung auf die Sonne gleich der Differenz der beiden Zahlen 0,98559 und 13,17634 oder gleich 12,19075 Graden, so dafs man daher für die Umlaufszeit des Monds in Beziehung auf die Sonne oder für die sogenannte *synodische Revolution* des Monds erhält

$$\frac{360}{12,19075} = 29,5305887$$

oder $29^T\ 12^h\ 44'\ 2'',86$ mittlerer Zeit. Ja diese letzte Umlaufszeit ist sogar noch viel leichter und ohne alle astronomische Messungen zu finden, als die oben erwähnte siderische Revolution. Da nämlich im Augenblicke der Mitte einer Sonnenfinsternifs der Mittelpunct des Mondes sehr nahe unmittelbar vor dem Mittelpuncte der Sonne steht, so wird man nur die beobachtete Zwischenzeit zweier solcher Finsternisse durch 2, 3, 4.. dividiren, je nachdem in dieser Zwischenzeit 2, 3, 4.. Umläufe des Monds statt hatten, um sofort die gesuchte synodische Revolution des Monds zu finden. Je gröfser diese Zwischenzeit ist, desto genauer wird auch diese Bestimmung der Revolution seyn, da sowohl die Fehler, die man in der unmittelbaren Beobachtung der Finsternifs begeht, als auch die, welche von der verschiedenen Geschwindigkeit des Monds kommen, durch 2, 3, 4.., das heifst durch immer gröfsere Zahlen dividirt, also auch immer kleiner werden, je gröfser jene Zwischenzeit ist. Nach den neuesten und genauesten Beobachtungen hat man für die synodische Revolution des Monds gefunden[1]:

$$29,^T530588716 = 29^T\ 12^h\ 44'\ 2'',8650624.$$

Ganz auf dieselbe Weise, nämlich durch die Beobachtung weit von einander entfernter Sonnenfinsternisse, haben auch die Alten den Umlauf des Mondes zu bestimmen gesucht, und Hipparch, der gröfste Astronom des Alterthums, der nahe 150 Jahre vor Chr. Geb. lebte, hat daraus die synodische Revolution des Monds für seine Zeit gleich $29^T\ 12^h\ 44'\ 3'',26224$,

---

1 La Place Exposition du Système du Monde. Vte Aufl. T. I. p. 41.

also nur 0″,3971776 oder noch nicht einmal $\frac{1}{10}$ Zeitsecund
gröfser gefunden, als wir für unsere Tage gefunden hab
Man findet diese Bestimmung in dem berühmtesten astronom
schen Werke der Vorzeit, in der *Μεγάλη σύνταξις* oder d
sogenannten *Almagest* des Ptolemäus, der 130 Jahre na
Chr. G. in Alexandrien lebte, im IIten Capitel des IVten B
ches dieses Werkes.

Diese zwei gegen volle zwanzig Jahrhunderte von ei
ander entfernten Bestimmungen stimmen demnach vollkomm
unter einander überein, d. h. die Revolution des Monds
noch heutzutage dieselbe, die sie vor zwei Jahrtausenden g
wesen ist. Der griechische Astronom bestimmte nämlich z
erst durch directe Beobachtungen die Länge seines Tags, w
denn überhaupt in dieser Bestimmung die erste und wichti
ste Beschäftigung eines jeden Astronomen enthalten ist; un
wenn er einmal die Länge seines Tags genau kannte, so be
stimmte er dann, auf die angeführte Art, durch Beobachtun
der Finsternisse, die Anzahl dieser Tage, die auf einen syn
odischen Umlauf gehn. Ganz ebenso verfahren aber auch al
neuere Astronomen und beide in der Zeit so entfernte Beob
achter gelangen zu demselben Resultate. Nun könnte es al
lerdings seyn, dafs, dieser Uebereinstimmung in den Resultate
ungeachtet, doch die Umlaufszeit des Monds an sich verän
derlich wäre, dafs sie z. B. mit der Zeit immer kürzer[1] würd
allein dann müfste auch der Tag mit der Zeit immer läng
und zwar genau in demjenigen Verhältnifs länger werden, wel
ches erfordert wird, damit jene beiden Resultate, aus zwei s

---

1 In der That wird auch, die Sache in aller Schärfe genomme
diese Umlaufszeit wegen der sogenannten seculären Acceleration d
Monds schon seit mehreren Jahrtausenden immer etwas weniges kü
zer. Allein diese Verkürzung ist als eine für sich bestehende St
rung des Mondlaufes zu betrachten, die von der Aenderung der E
centricität der Erdbahn abhängt, welche letzte ebenfalls im Abnehme
begriffen ist. Allein in der Folge der Zeiten wird diese Excentricit
wieder zunehmen und mit ihr auch die Umlaufszeit des Monds, un
diese beiden Anomalieen sind daher nicht als eine mit der Zeit imme
fortgehende Störung, sondern nur als solche zu betrachten, di
periodisch auf und nieder gehn und für bestimmte Epochen gän
lich verschwinden, daher sie mit unseren oben betrachteten E
scheinungen nichts gemeinschaftlich haben. (S. d. Art. *Mond.* Bd. V
S. 2368.)

entfernten Epochen geschlossen, einander genau gleich bleiben könnten. Ein solches zufälliges Zusammentreffen der Abnahme der Umlaufſzeit des Monds um die Erde und der Zunahme der Umlaufſzeit der Erde um sich selbst ist aber schon an sich äuſserst unwahrscheinlich und wird es noch viel mehr, wenn man weiſs, daſs derselbe Hipparch auch die Umlaufſzeiten der Planeten ganz ebenso mit denen der neuern Astronomen übereinstimmend gefunden hat, wie die des Monds, so daſs demnach die Umlaufſzeiten aller Planeten, jede für sich genommen, genau um ebenso viel kürzer geworden seyn müſsten, als bei unsern immer länger werdenden Tagen erforderlich wäre, um für diese an sich veränderlichen Umlaufſzeiten doch immer dieselbe Anzahl unserer ebenfalls veränderlichen Tage zu finden. Dazu kommt noch, daſs, wie unter den Astronomen aus theoretischen Gründen allgemein bekannt ist, die Umlaufſzeiten aller Monde um ihre Hauptplaneten, so wie die aller Planeten um die Sonne, für alle Zeiten unveränderlich und immer genau von derselben Dauer sind.

Noch könnte man glauben, daſs irgend ein zufälliger Irrthum in der Beobachtung oder in der Berechnung, wenn nicht der neuen, so doch vielleicht der alten Astronomen jene sonderbare Uebereinstimmung hätte erzeugen können. Allein auch dieser Ausweg zeigt sich verschlossen, wenn man die Sache näher betrachtet. Ptolemäus erwähnt in seinem bereits angeführten Werke mehrere sehr alte Beobachtungen von Finsternissen, die er von den Chaldäern erhalten zu haben vorgiebt. Die eine dieser Sonnenfinsternisse wurde im J. 382 und die andere sogar im J. 720 vor Chr. G. beobachtet. Diese Beobachtungen kannte Hipparch, der groſse Lehrer des Ptolemäus, ohne Zweifel auch und er hat vielleicht dieselben Finsternisse zu seiner Bestimmung des Mondumlaufs gebraucht, da man, wie wir bald näher sehn werden, diesen Umlauf immer desto genauer erhält, je weiter die dazu gebrauchten Beobachtungen in der Zeit von einander entfernt sind. Die neuern Astronomen haben deswegen auch ihre eigenen Beobachtungen mit jenen der Chaldäer, als mit den ältesten, die sie auffinden konnten, verglichen; allein sie haben auch diese ihre eignen Beobachtungen mit denen, die Ptolemäus 130 Jahre nach Chr. G. anstellte, ferner mit denen des Arabers Albategnius 880 Jahre und mit denen des Tycho Brahe

1600 Jahre nach Chr. G. verglichen und aus allen diesen V
gleichungen immer dasselbe Resultat, immer dieselbe Umlau
zeit des Monds gefunden. Es ist daher keinem weitern Zw
fel unterworfen, daſs die Länge des Tags seit den ältes
auf uns gekommenen Zeiten, d. h. seit vollen 25 Jahrhund
ten, auch nicht der kleinsten uns merkbaren Veränderung a
gesetzt gewesen ist. Um die Sicherheit, mit der man zu d
sem wichtigen Resultate auf dem erwähnten Wege gelan
besser beurtheilen zu können, wollen wir die astronomisch
Tafeln der Sonne, des Monds und der übrigen Planeten näh
betrachten, die alle die Länge des mittleren Tags als für a
Zeiten unveränderlich voraussetzen. Wenn nun dieser Tag
der That nicht unveränderlich wäre, so würden die Läng
und Breiten jener Himmelskörper, wie man sie aus dies
Tafeln berechnet, nicht mehr mit denjenigen Längen und Bre
ten übereinstimmen, die man durch die unmittelbaren Beol
achtungen erhält, und wenn diese Veränderung des Tags pr
gressiv wäre (d. h. wenn sie mit der Zeit immer in demse
ben Sinne wüchse oder abnähme), so würde die Differe
zwischen der Rechnung nach den Tafeln und den Beobac
tungen offenbar desto gröſser seyn müssen, je älter diese B
obachtungen, je weiter sie von unserer Zeit entfernt sind.
diesen Untersuchungen wird vorzüglich unser Mond sehr g
eignet seyn, da er so schnell um die Erde, nahe 13mal schne
ler, als die Erde um die Sonne, sich bewegt.

Seyen also l und l' die wahre Länge des Monds und d
Sonne für irgend eine bestimmte Epoche, z. B. für eine v
den alten Griechen beobachtete Finsterniſs, deren Andenk
uns Ptolemäus erhalten hat. Aus unsern Sonnen- und Mon
tafeln wird man für die angesetzte Zeit der Mitte der Finst
niſs die Werthe von l und l' finden, und es ist klar, daſs di
Tafeln, wenn sie nicht gar zu fehlerhaft sind, diese Diff
renz der beiden Längen oder daſs sie die Gröſse $l - l'$ n
wenig verschieden von $0°$ oder von $180°$ geben müssen. Di
Gröſse $l - l'$ wird nämlich nahe gleich Null seyn müssen f
alle Sonnenfinsternisse und nahe gleich $180°$ für alle Mon
finsternisse. Nun hat man aber bereits 27 solche alte Finst
nisse berechnet, die von den Chaldäern, Griechen und A
bern beobachtet worden sind, und für alle nur sehr geringe Fe
ler gefunden, die sich aus der unvollkommenen Beobachtung

rt der Alten sehr leicht erklären lassen. Die allerälteste dieer Sonnenfinsternisse, welche die Chaldäer im J. 720 bebachtet haben, giebt sogar für $l - l'$, offenbar nur durch einen glücklichen Zufall, den äufserst nahen Werth von 2″, tatt dafs eigentlich $1 - l' = 0$ seyn sollte. Diese Uebereintimmung von 27 so alten Finsternissen ist ohne Zweifel ein schöner Beweis, dafs die Voraussetzung, auf welche alle unsere Tafeln gebaut sind, nämlich die Voraussetzung der Unveränderlichkeit des Tags, der Wahrheit vollkommen gemäfs ist.

Um dieses noch mehr ins Licht zu setzen, wollen wir annehmen, dafs seit der Epoche jener ältesten Finsternifs, von der noch eine zuverlässige Nachricht auf uns gekommen ist, oder dafs seit nahe 2500 Jahren jeder einzelne Tag um den αten Theil desselben kürzer geworden ist, als der vorhergehende, oder vielmehr dafs die constante Verkürzung eines jeden dieser Tage den αten Theil unseres gegenwärtigen letzten Tages dieser Periode betragen habe. Sey n die mittlere Bewegung des Monds während eines mittleren Tags oder der Bogen, welchen der Mond in einem mittleren Tage am Himmel zurücklegt. Nimmt man den mittleren Tag, wie er jetzt statt hat, für die Einheit der Zeit an, so hat man für die in diesem und in den ihm nach der Reihe vorhergehenden Tagen von dem Monde zurückgelegten Bogen die Ausdrücke

$$n;\ n(1+\alpha);\ n(1+2\alpha);\ n(1+3\alpha);\ n(1+4\alpha)\ldots$$

so dafs also auch der Bogen des entferntesten oder letzten Tags gleich

$$n(1+(t-1)\alpha)$$

seyn wird, wenn t die Anzahl der Tage der ganzen Periode bezeichnet. Diese Gröfsen bilden eine arithmetische Reihe der ersten Ordnung, in welcher das erste Glied $A = n$ und das letzte $U = n + n(t-1)\alpha$, für welche also auch die Summe aller dieser Glieder, deren Anzahl t ist, gleich

$$(A+U)\frac{t}{2} \text{ oder gleich } [2n + n(t-1)\alpha]\frac{t}{2}$$

oder gleich

$$nt + \tfrac{1}{2}n\alpha t(t-1)$$

seyn wird, wofür man, da t eine sehr grofse Zahl ist, ohne merklichen Fehler schreiben kann

$$nt + \tfrac{1}{2}n\alpha t^2,$$

und dieses ist daher der ganze Weg, den der Mond in dieser langen Periode von t Tagen am Himmel zurückgelegt hat. Der erste Theil nt dieses Ausdrucks ist schon in dem Werthe der obenerwähnten Mondlänge l begriffen, den man nach den Mondtafeln unter der Voraussetzung berechnet hat, daſs der Tag von beständiger Länge sey. Der andere Theil $\frac{1}{2} n \alpha t^2$ aber gehört offenbar der hypothetischen Abnahme α des Tages an oder dieser Bogen $\frac{1}{2} n \alpha t^2$ ist es, um den man die tabellarische Länge l des Mondes vergröſsern müſste, wenn jeder Tag dieser Periode um seinen αten Theil abnähme. Ganz ebenso würde man auch, wenn n' die mittlere tägliche Bewegung der Sonne bezeichnet, die tabellarische Länge l' der Sonne, die gleich n't ist, um die Gröſse $\frac{1}{2} n' \alpha t^2$ vergröſsern müssen, so daſs man also, bloſs wegen dieser Verkürzung des Tages, für eine t Tage vor unserer Zeit beobachtete Sonnenfinsterniſs die tabellarische Differenz l — l' dieser beiden Gestirne um die Gröſse

$$\delta = \frac{1}{2} \alpha (n - n') t^2 \ldots (a)$$

vergröſsern müſste, um diese Differenz in der That sehr nahe auf Null zu bringen, wie sie bei Sonnenfinsternissen seyn muſs. Sehn wir nun zu, ob sich diese Correction δ auch in der That mit jenen alten Beobachtungen verträgt.

In der Connaissance des Tems f. d. J. 1800 sind jene alten Beobachtungen mit unsern Sonnen- und Mondtafeln, die den Tag als constant voraussetzen, verglichen worden, und man fand für alle dort discutirten Sonnenfinsternisse die Gröſse l — l' meistens nur einige Minuten betragend, was man den unvollkommenen Beobachtungen der Alten zugeschrieben hat, so daſs man also daraus auf die Güte unserer Tafeln und zugleich auf die Richtigkeit der vorausgesetzten Beständigkeit des Tags mit gutem Grunde den Schluſs zu ziehn sich berechtigt glaubte. Vielleicht lassen sich aber diese noch übrigen, wenn gleich schon sehr kleinen Fehler durch die Annahme eines veränderlichen Tages noch weiter vermindern oder wohl gar ganz auf Null herabbringen? Um dieſs zu untersuchen, wollen wir annehmen, daſs der heutige Tag um seinen hunderttausendmillionsten Theil kleiner sey als der gestrige, und daſs so jeder Tag des ganzen Zeitraums um denselben Theil oder um den

$$\alpha = 0{,}00000000001\text{sten}$$

Theil des heutigen Tages kleiner sey, als der ihm vorhergehende Tag. Diese Abnahme der Tage beträgt daher (wie man durch die Multiplication mit 86400 findet) nur den 0,000000864ten Theil einer Zeitsecunde oder, in runder Zahl, nahe den millionsten Theil einer Zeitsecunde. Nach dem bereits oben Gesagten hat man für die mittlere tägliche Bewegung

$$\begin{array}{ll} \text{des Monds . . } n = & 13^\circ{,}1763, \\ \text{der Sonne . . } n' = & 0^\circ{,}9856, \\ \hline \text{Differenz } n - n' = & 12^\circ{,}1907. \end{array}$$

Geht man nun von dem Jahre 1800 nach Chr. G. bis zu dem Jahre 700 vor dieser Epoche zurück, um welche letzte Zeit jene älteste Finsternifs statt hatte, so enthält unsere Periode 2500 Jahre oder, jedes Jahr zu $365\frac{1}{4}$ Tagen genommen, $2500(365{,}25) = 913125$ Tage. Dieses giebt

$$t = 913125 \text{ und } m = \tfrac{1}{2}(n - n').t^2 = 5082290000000,$$

so dafs daher die obige Gleichung (a) in folgende einfache übergeht:

$$\delta = \alpha . m \quad . \; : \; . \; (b)$$

Substituirt man in ihr den oben angenommenen Werth von $\alpha = 0{,}00000000001$, so erhält man

$$\delta = 50^\circ{,}82.$$

Weit gefehlt also, dafs wir uns durch diese Annahme einer täglichen Verkürzung des Tags von einer Milliontel Secunde der gesuchten Wahrheit nähern, so entfernen wir uns vielmehr von ihr auf eine Weise, die durchaus nicht zugelassen werden kann. Wir sollten nämlich, um jenen vielleicht noch übrigen Fehler unserer Tafeln zu vermindern oder ganz zu entfernen, den Werth von δ höchstens gleich einigen Minuten finden, während er hier über 50 Grade gefunden wird. Und doch, scheint es, haben wir diese Veränderung jedes Tages zu einem Milliontel einer Secunde klein genug angenommen, indem dadurch selbst der Unterschied der zwei äufsersten Tage unserer Periode nur auf αt oder auf 0,000009 eines Tags, d. h., nahe auf 0,8 einer Zeitsecunde gebracht wird.

Hätte man α zehnmal gröfser, also

$$\alpha = 0{,}0000000001 \text{ Tag}$$

oder nahe gleich $\frac{1}{100000}$ Secunde angenommen, so würde man für den Unterschied der beiden äufsersten Tage

$$\alpha t = 0{,}000913 \text{ Tage}$$

oder nahe 78,9 Secunden und für δ den Werth

$$\delta = \alpha m = 508^\circ{,}228$$
$$360$$
$$\overline{148{,}228}$$

gefunden haben, oder man würde, abgesehn davon, dafs m eine ganze synodische Revolution des Monds übersehn hät den bisherigen Fehler der Tafeln von einigen Minuten, d man verkleinern wollte, auf den enormen Werth von 14 vergröfsert haben. Bei Fehlern solcher Art aber bliebe nic anderes übrig, als entweder unsere Sonnen- und Mondtaf für ganz unbrauchbar zu erklären, oder jene Nachrichten v den alten Finsternissen als blofse Erdichtungen zu verwerfe

Nähme man endlich die Abnahme eines jeden Tags hu dertmal kleiner, als in dem ersten Beispiele, oder gleich de hundertmillionsten Theil einer Zeitsecunde, so ist

$$\alpha = 0{,}0000000000001,$$

und da m den vorigen Werth behält, so ist nach der Gl chung (b)

$$\delta = \alpha m = 0^\circ{,}5082285,$$

oder nahe $\delta = 30\frac{1}{2}$ Minuten. Also selbst dann, wenn je einzelne Tag sich nur um seinen zehnbillionsten Theil ä derte, oder wenn der erste jener Tage unserer Periode v dem letzten nur um $\alpha t = 0{,}000000091$ Tage (d. h. nur 0,008 einer Zeitsecunde) verschieden wäre, oder mit and Worten, selbst dann, wenn sich die Länge unsers Tages s vollen 25 Jahrhunderten nur um $\frac{1}{100}$ Secunde geändert hät so würde doch dadurch der Fehler unserer Tafeln, der bis nur einige Bogensecunden betrug, auf volle 30 Minuten ve gröfsert werden und weit entfernt, jenem Fehler abzuhelf würden wir durch diese Hypothese nur das Uebel ärger g macht haben. Wir können daher daraus mit Recht den Schl ziehn, dafs die Länge des Tags, wie er vor 2500 Jahr war, von der Länge unseres gegenwärtigen Tages noch ni um den hundertsten Theil einer Secunde verschieden se kann. Dafs übrigens in der hier gebrauchten tabellarisch Länge l des Monds die seculäre Ungleichheit seiner mittler Bewegung schon inbegriffen ist, bedarf keiner Erläuterung.

Ueberhaupt, wenn die Länge des Tages irgend einer Va-
iation unterworfen wäre, sie mag nun periodisch oder mit der
eit immer fortgehend seyn, so würden daraus Störungen oder
llusionen in unserer Zeitmessung entstehn, die in der Bewe-
ung der Gestirne scheinbare Ungleichheiten erzeugen müſsten.
)iese Ungleichheiten würde man aber ohne Mühe schon längst
emerkt haben, weil sie für alle Gestirne, für die Sonne, den
lond und für jeden Planeten ganz dieselben seyn, ganz den-
elben Gesetzen folgen würden, und weil die Gröſsen dieser
cheinbaren Ungleichheiten für jeden dieser Himmelskörper
er Geschwindigkeit seiner Bewegung proportional seyn wür-
en. So würde z. B. die Umlaufszeit Mercurs, die jetzt nur
8 Tage beträgt, nach der Bestimmung der Griechen und nach
er der neuern Astronomen viel weniger verschieden seyn,
ls die des Saturn, dessen Revolution 10759 Tage beträgt,
lso 122mal gröſser ist, als jene, wenn unsere Tage von jenen
er Griechen in ihrer Länge verschieden wären. Allein die
lten haben uns von den Revolutionen der Planeten schon
o genaue Angaben hinterlassen, daſs wir an ihnen, unserer
o viel schärferen Beobachtungen ungeachtet, nur sehr wenig
u ändern gefunden haben. Wir haben bereits oben gesehn,
aſs Ptolemäus die synodische Revolution des Monds gleich
9^T 12^h 44′ 3″,26224, nur $\frac{4}{10}$ einer Zeitsecunde gröſser gefun-
en hat, als die neueren Astronomen. Es giebt aber keine Er-
cheinung des Himmels, die man mit gröſserer Genauigkeit
estimmen könnte, als eben diese Revolutionen der Planeten,
venn man nur solche Beobachtungen hat, die weit genug in
er Zeit von einander entfernt sind, und dieses ist eben die
Jrsache, warum die Griechen die Revolutionen der Planeten,
on welchen ihnen solche alte Beobachtungen von den Chal-
äern gegeben wurden, in allen den Fällen mit so groſser
chärfe bestimmen konnten, wo nicht, wie bei Jupiter und
aturn, ihnen unbekannte Ungleichheiten von sehr langen Pe-
ioden hindernd entgegen traten. Um den hohen Grad der
enauigkeit, welche solche Beobachtungen in ihrem Resultate,
n der daraus zu schlieſsenden Umlaufszeit der Planeten ge-
ähren, besser einzusehn, wollen wir annehmen, daſs man zu
nfang und zu Ende einer Periode von t Tagen die Längen
und l eines dieser Planeten beobachtet habe, so wird die
eit, in welcher der Planet volle 360 Grade in Beziehung

auf den Frühlingspunct zurücklegt, d. h. so wird die g
suchte Revolution T dieses Planeten durch die folgende Gl
chung ausgedrückt werden

$$T = \frac{360 t}{l' - l}.$$

Wenn aber auch die beiden Längen l' und l, oder vielme
wenn auch die Differenz l' — l dieser beiden Längen noch b
trächtlichen Fehlern unterworfen wäre, wie dieses wenigst
bei sehr alten Beobachtungen ohne Zweifel der Fall ist,
wird doch der vorhergehende Werth von T der Wahrh
noch immer nahe genug seyn, wenn nur die Differenz l' -
sehr grofs ist, wie dieses bei sehr alten Beobachtungen,
denen unserer Tage verglichen, immer der Fall seyn mufs.
der That, differentiirt man die vorhergehende Gleichung in B
ziehung auf l, l' und T, so findet man

$$\partial T = \frac{(\partial l - \partial l') . T^2}{360 t},$$

so dafs also der Fehler ∂T des gesuchten Resultats desto
ringer seyn wird, je gröfser die Zwischenzeit t der bei
Beobachtungen ist, den Fehler $\partial l - \partial l'$ dieser Beobachtun
in allen Fällen gleich gesetzt. Hätte man z. B. zu Hippar
Zeit (150 Jahre vor Chr. G.) und im Anfange des geg
wärtigen Jahrhunderts die Längen l' und l des Mondes be
achtet, so ist die Zwischenzeit 150 + 1800 oder 1950 Ja
jedes zu 365¼ Tagen gezählt, oder es ist

$$t = 712237{,}5 \text{ Tage.}$$

Die siderische Umlaufszeit des Mondes aber, die man
nur beinahe zu kennen braucht, ist T = 27,322 Tage, so
man daher für die vorhergehende Gleichung den Ausd
erhält

$$\partial T = \frac{(\partial l - \partial l')(27{,}322)^2}{360\,(712237{,}5)}$$

oder

$$\partial T = 0{,}00000\,29114\,(\partial l - \partial l'),$$

wo $(\partial l - \partial l')$ in Graden und ∂T in Tagen und Theilen e
Tags ausgedrückt ist. Will man aber zur bequemeren Ue
sicht $(\partial l - \partial l')$ in Bogensecunden und ∂T in Zeitsecun
ausdrücken, so hat man

$$\frac{\partial T}{24 \cdot (60)^2} = \frac{0{,}00000\,29114\,(\partial l - \partial l')}{60^2},$$

das heifst

$$\partial T = 0{,}0000698736(\partial l - \partial l').$$

Die letzte Gleichung zeigt, dafs ein Fehler in $(\partial l - \partial l')$

von 1 Sec.; von 1 Min.; von 1 Grad im Bogen

in dem Resultate T respective erst einen Fehler ∂T

von 0,00007; von 0,0042; von 0,251 Zeitsecunden

erzeugt, dafs man also auch, um die Revolution T um eine Zeitsecunde zu grofs oder zu klein zu finden, in der Längendifferenz $l - l'$ einen Fehler von 14400 Raumsecunden oder von vollen vier Graden begangen haben müfste, was durchaus weit aufserhalb der Grenze aller Wahrscheinlichkeit liegt.

G. Veränderlichkeit des natürlichen Tags.

Wir haben bereits oben (A) durch den Ausdruck *natürlicher Tag* die Zeit der Gegenwart der Sonne über einem gegebenen Puncte der Oberfläche der Erde oder die Zeit vom Aufgange der Sonne bis zu ihrem Untergange bezeichnet. Während nun der eigentliche Tag oder die Rotationszeit der Erde um ihre Axe (nach F) seit den ältesten Zeiten auch nicht der kleinsten uns merkbaren Veränderung unterworfen war, ist die Länge des natürlichen Tages für jeden gegebenen Ort der Erde, wie allgemein bekannt, sehr verschieden und es ist interessant, diese Länge für jeden gegebenen Ort und für jede Jahreszeit zu bestimmen. Diese Veränderlichkeit des natürlichen Tags hat ihren Grund in der *Schiefe der Ekliptik*[1]. Wäre diese Schiefe gleich Null oder fiele die Ekliptik mit dem Aequator zusammen, so würden alle natürliche Tage der Erde für jeden Ort der Oberfläche derselben und für jede Jahreszeit gleich grofs, nämlich gleich 12 Stunden seyn oder Tag und Nacht würden immer und überall von gleicher Länge seyn. Man wird aber die Länge des natürlichen Tags für jeden Ort der Erde nach den Formeln bestimmen, die anderwärts mitgetheilt worden sind[2], daher wir uns hier nicht weiter bei dieser Bestimmung aufhalten und nur eine allgemeine Uebersicht derselben mittelst einer Tafel geben wollen, aus der man auch ohne weitere trigonometrische Berechnung die Länge

1 S. Art. *Ekliptik*. Bd. III. S. 163.

2 S. Art. *Aufgang*. Bd. I. S. 516. Vergl. *Tagbogen*.

des Tages für jeden Ort der Oberfläche der Erde und jeden gegebenen Monatstag finden kann. Diese Tafel ist d Schlusse dieses Artikels angehängt. Sie giebt die Hälfte natürlichen Tags für alle Polhöhen von 38 bis 66 und alle Poldistanzen der Sonne von 66 bis 114 Grade, das he für alle Polhöhen Europa's und für alle Tage des Jahres. Su man z. B die Länge des Tags am 13ten Mai 1838 für C stantinopel, so ist die Polhöhe dieser Stadt 41° und die nö liche Declination der Sonne für diesen Tag 9°, also auch Poldistanz der Sonne 81°. Mit diesen zwei Zahlen 41° u 81° giebt die Tafel

halbe Tagslänge $= 6^h\, 34\frac{1}{2}^{Min.}$

und dieses ist zugleich die wahre Zeit des Untergangs Sonne für diesen Tag in Constantinopel. Die Zeit des A gangs aber ist $12^h - (6^h\, 34\frac{1}{2}^{Min.}) = 5^h\, 25\frac{1}{2}^{Min.}$, und die ga Tagslänge ist $13^h\, 9'$, also auch die Länge der Nacht $10^h\, 51$

Dieselbe Tafel läfst sich auch für den Mond, für Plan ten und für alle die Fixsterne brauchen, deren Poldistanz zwischen 66 und 114 Graden enthalten sind. Dann giebt nä lich diese Tafel die halbe Dauer derjenigen Zeit, welche d ses Gestirn über dem Horizonte zubringt, oder sie giebt Zeit von der Culmination des Gestirns bis zu seinem Unt gange. Kennt man daher die Zeit dieser Culmination, so w man nur von dieser Zeit der Culmination die Zahl der T subtrahiren oder dazu addiren, um sofort auch die Zeit Auf- und Untergangs des Gestirns zu erhalten. Sucht man z. den Auf- und Untergang des Sirius in Wien am 10. Mai 18 so findet man für dieses Gestirn die Rectascension oder Sternzeit der Culmination gleich $6^h\, 37'$, und daraus fol die mittlere Zeit der Culmination dieses Sterns gleich 3^h 2 Die Poldistanz des Sirius aber ist 106° 30′ und die Polhö Wiens 48° 12′, und mit diesen zwei Zahlen giebt die Tafe

halber Tag $= 4^h\, 43'$
Zeit der Culmination $= 3\;\; 27$

Aufgang mittl. Zeit . . $22^h\, 44'$ oder $10^h\, 44'$ Vormittags
Untergang . . . . $8\;\; 10$ oder $8^h\, 10'$ Nachmittag

Für Petersburg, dessen Polhöhe nahe 60° ist, giebt diese Tafel

1 Vergl. *Sternzeit*. Bd. VIII. S. 1030.

halber Tag = 3^h 56'
Zeit der Culmination 3 27

Aufgang . . . . 23 51 oder 11^h 51' Morgens
Untergang . . . . 7 23 oder 7 23 Abends.

Bemerken wir noch, daſs in den Zahlen dieser Tafel auf die Refraction keine Rücksicht genommen ist. Es ward aber bereits oben[1] gezeigt, wie man die Wirkung der Refraction und der Parallaxe auf den Auf- und Untergang der Gestirne zu berücksichtigen hat. Einfacher und für solche Bestimmungen, wo selbst den Astronomen an einigen Secunden nur wenig gelegen seyn wird, genau genug kann man auf folgende Weise verfahren. Ist φ die Polhöhe des Orts, p und s die Poldistanz und der halbe Tagbogen des Gestirns, ohne Rücksicht auf Refraction, so wie s' der halbe durch Refraction und Parallaxe corrigirte Tagbogen, so hat man, wenn Δ gleich der Refraction weniger der Parallaxe am Horizonte ist, folgende zwei Gleichungen

$$0 = \text{Cos.}\, s\, \text{Sin.}\, p.\, \text{Cos.}\, \varphi + \text{Cos.}\, p.\, \text{Sin.}\, \varphi$$

und

$$-\text{Sin.}\, \Delta = \text{Cos.}\, s'\, \text{Sin.}\, p\, \text{Cos.}\, \varphi + \text{Cos.}\, p\, \text{Sin.}\, \varphi.$$

Beider Gleichungen Differenz giebt

$$2\, \text{Sin.}\, \frac{s'-s}{2}\, \text{Sin.}\, \frac{s'+s}{2} = \frac{\text{Sin.}\, \Delta}{\text{Sin.}\, p\, \text{Cos.}\, \varphi}.$$

Dieser Ausdruck ist noch völlig genau. Setzt man aber abkürzend Δ statt Sin. Δ und $\frac{s'-s}{2}$ statt Sin. $\frac{s'-s}{2}$, so wie Sin. s statt Sin. $\frac{s'+s}{2}$, so erhält man

$$s' = s + \frac{\Delta}{15\, \text{Sin.}\, p\, \text{Cos.}\, \varphi\, \text{Sin.}\, s} \; . \; . \; (A)$$

und aus dieser Gleichung (A) wird man den gesuchten verbesserten Werth s' erhalten, wenn man den unverbesserten s durch die einfache Gleichung

$$\text{Cos.}\, s = -\text{Tang.}\, \varphi\, \text{Cotg.}\, p \; . \; . \; (B)$$

berechnet hat.

---

1 S. Art. *Stundenkreis.* Bd. VIII. S. 1227.

Ist z. B. $p = 50°$ und für Wien $\varphi = 48° 12'$, so gi
die Gleichung (B) den uncorrigirten halben Tagbogen

$$s = 159° 41' = 10^h 38' 44''.$$

Ist nun die Differenz der horizontalen Refraction und Para
axe $\Delta = 33$ Minuten, so erhält man sofort aus der Gl
chung (B)

$$s' - s = 12',41 \text{ Zeitminuten},$$

also ist auch der corrigirte Werth von s oder

$$s' = 10^h 38' 44'' + 12' 25'' = 10^h 51' 9''.$$

Sehr genau erhält man diese, so wie alle andere Angal
aus dem Encke'schen Berliner Jahrbuch, aber nur für di
Stadt oder vielmehr für ihre Polhöhe von 52° 31′ 40″. U
aus diesen Ephemeriden auch den Auf- und Untergang
Sonne für andere Breitengrade zu erhalten, kann man si
einer solchen Tafel bedienen, wie Schumacher in seinem Jal
buche[1] gegeben hat. Auf diese Verschiedenheit des natür
chen Tags für verschiedene Puncte der Oberfläche der Er
gründen sich die sogenannten

H. Klimate der Alten.

An dem Aequator sind alle natürliche Tage durch
ganze Jahr gleich 12 wahren Sonnenstunden, so dafs dasel
Tag und Nacht immer von derselben Gröfse sind. In
Entfernung von nahe 8,5 Graden zu beiden Seiten des Aeq
tors ist der *längste* Tag des Jahres bereits um eine ha
Stunde gröfser oder er ist gleich $12^h 30'$. Die Zone
Erde, die zwischen dem Aequator und demjenigen Parallelkre
dessen längster Tag $12^h 30'$ ist, eingeschlossen wird, nai
ten die alten Griechen das erste Klima, und ebenso wurde
Zone zwischen den beiden Parallelkreisen, deren läng
Tag $12^h 30'$ und $13^h 0'$ ist, das zweite, die zwischen 13^h
und $13^h 30'$ das dritte Klima u. s. w. genannt. Stra
zählte acht solcher Klimate, indem er glaubte, dafs über
Breite von 52° hinaus die Erde wegen der grofsen Kälte scl
ganz unbewohnbar seyn müsse. Ptolemäus aber nimmt scl
dreizehn solcher Klimate bis zu der Breite von 60° an.

---

1 Jahrbuch für 1836 u. s. w. Stuttg. 1836. S. 130.

Um diese Klimate näher zu bestimmen, hatten wir oben ir die halbe Tageslänge s den Ausdruck erhalten

$$\text{Cos.}\, s = - \text{Tang.}\, \varphi\ \text{Cotg.}\, p.$$

lus dieser Gleichung folgt, dafs s am gröfsten wird, wenn p m kleinsten ist, und umgekehrt. Bezeichnet man aber durch die Schiefe der Ekliptik, so ist der kleinste Werth von p leich $90^\circ - e$ und der gröfste gleich $90^\circ + e$, so dafs man aher für den gröfsten und kleinsten Werth von s erhält

für den gröfsten $\text{Cos.}\, s' = - \text{Tang.}\, \varphi . \text{Tang.}\, e$,
für den kleinsten $\text{Cos.}\, s'' = + \text{Tang.}\, \varphi . \text{Tang.}\, e$.

)ie erste dieser zwei Gleichungen giebt

$$\text{Tang.}\, \varphi = - \text{Cos.}\, s' . \text{Cotg.}\, e$$

nd durch diesen Ausdruck wird man die Klimate der Alten nden, wenn man s nach der Ordnung

$180^\circ\, 0'$, $187^\circ\, 30'$, $195^\circ\, 0'$, $202^\circ\, 30'$, $210^\circ\, 0'$ u. s. w.

oder

12^h, $12^h\, 30'$, 13^h, $13^h\, 30'$, 14^h u. s. w.

etzt und die Schiefe der Ekliptik $e = 23^\circ\, 27',5$ annimmt. Man erhält so folgende kleine Tafel:

Klima	Tages-länge		Pol-höhe		Klima	Tages-länge		Pol-höhe	
1	12h	30'	8°	34'	12	18h	0'	58°	28'
2	13	0	16	44	13	18	30	60	0
3	13	30	24	12	14	19	0	61	19
4	14	0	30	49	15	19	30	62	26
5	14	30	36	32	16	20	0	63	23
6	15	0	41	24	17	20	30	64	11
7	15	30	45	33	18	21	0	64	50
8	16	0	49	3	19	21	30	65	23
9	16	30	52	0	20	22	0	65	51
10	17	0	54	31	21	22	30	66	8
11	17	30	56	39	22	23	0	66	22
12	18	0	58	28	23	23	30	66	30
					24	24	0	66	32

Nennt man a den Halbmesser der Erde, so ist die Oberfläche F einer Zone zwischen dem Aequator und dem Parallelkreise der Breite φ gleich

$$F = 2a^2\pi . \int \partial\varphi \,\text{Cos.}\,\varphi$$

oder

$$F = 2a^2\pi . \text{Sin.}\,\varphi.$$

Nennt man also φ eine der Polhöhen der vorhergehenden Tafel, z. B. $\varphi = 58^\circ\ 28'$, und die nächstfolgende $\varphi' = 60^\circ\ 0'$, so erhält man für die Oberfläche F des zwischen diesen beiden Polhöhen enthaltenen Klima's

$$F = 2a^2\pi\,(\text{Sin.}\,\varphi' - \text{Sin.}\,\varphi)$$

oder

$$F = 4a^2\pi\,\text{Cos.}\,\frac{\varphi' + \varphi}{2}\ \text{Sin.}\,\frac{\varphi' - \varphi}{2},$$

wo $\pi = 3{,}14159\ldots$ die bekannte Ludolph'sche Zahl ist.

Auf dieselbe Weise würde man auch die Oberfläche der drei Zonen oder der drei Klimate im neuern Sinne des Wortes berechnen können. Wir nennen nämlich das *heiſse Klima* diejenige Zone, die vom Aequator zu beiden Seiten desselben bis zu der geographischen Breite $\varphi = e$ geht, wo $e = 23^\circ\ 28'$ die Schiefe der Ekliptik bezeichnet. Diese Zone wird bekanntlich von den beiden *Wendekreisen* begrenzt. Die zwei *gemäſsigten Klimate* gehen zu beiden Seiten des Aequators von

$$\varphi = e = 23^\circ\ 28'$$

bis

$$\varphi = 90^\circ - e = 66^\circ\ 32'$$

und die beiden *kalten Klimate* endlich oder die beiden kalten Zonen, deren jede einen der beiden Pole in ihrer Mitte hat, gehn von

$$\varphi = 90^\circ - e = 66^\circ\ 32'$$

bis

$$\varphi = 90^\circ$$

und der Parallelkreis der Breite $66^\circ\ 32'$, der die kalte Zone von der gemäſsigten trennt, wird der *Polarkreis* genannt. Die letzte der vorhergehenden Gleichungen giebt das Mittel, die Oberflächen dieser Zonen zu berechnen. Theilt man die

Oberfläche der ganzen Erde in hundert gleiche Theile, so erhält die heifse Zone 40 solcher Theile, jede der zwei gemäſsigten 26 und jede der zwei kalten Zonen 4 solche Theile, so daſs man wieder

$$40 + 2.26 + 2.4 = 100$$

für die Oberfläche der ganzen Erde erhält. Wir werden weiter unten[1] Gelegenheit haben, die Dimensionen dieser Erdzonen oder Klimate auch für die sphäroidische Erde durch ganz strenge Ausdrücke darzustellen.

---

1 S. Art. *Zone.*

Halbe Dauer des natürlichen Tags.

Poldistanz	Polhöhen.				
	38°	39°	40°	41°	42°
66°	7ʰ 25′	7ʰ 28′	7ʰ 31′	7ʰ 34′	7ʰ 38′
68	7 17	7 19	7 22	7 25	7 29
70	7 9	7 12	7 14	7 17	7 20
72	7 2	7 4	7 6	7 9	7 11
74	6 55	6 57	6 59	7 1	7 3
76	6 48	6 49	6 51	6 53	6 55
78	6 41	6 42	6 44	6 45	6 47
80	6 34	6 36	6 37	6 38	6 39
82	6 28	6 29	6 30	6 31	6 32
84	6 22	6 22	6 23	6 24	6 25
86	6 15	6 16	6 16	6 17	6 17
88	6 7	6 8	6 9	6 10	6 10
90	6 0	6 0	6 0	6 0	6 0
92	5 56	5 56	5 56	5 56	5 56
94	5 50	5 50	5 49	5 49	5 48
96	5 44	5 43	5 43	5 42	5 41
98	5 37	5 37	5 36	5 35	5 34
100	5 31	5 30	5 29	5 29	5 29
102	5 25	5 23	5 22	5 20	5 19
104	5 18	5 16	5 15	5 13	5 11
106	5 11	5 9	5 7	5 5	5 3
108	5 4	5 2	4 59	4 57	4 55
110	4 57	4 54	4 52	4 49	4 47
112	4 49	4 47	4 44	4 41	4 38
114	4 42	4 39	4 35	4 32	4 29

Halbe Dauer des natürlichen Tags.

Poldistanz	Polhöhen.				
	43°	44°	45°	46°	47°
66°	7h 42'	7h 45'	7h 49'	7h 54'	7h 58'
68	7 32	7 35	7 39	7 43	7 46
70	7 23	7 26	7 29	7 32	7 35
72	7 14	7 16	7 19	7 22	7 25
74	7 5	7 7	7 10	7 12	7 15
76	6 57	6 59	7 1	7 3	7 5
78	6 49	6 50	6 52	6 55	6 56
80	6 41	6 42	6 44	6 45	6 47
82	6 33	6 34	6 35	6 37	6 38
84	6 25	6 26	6 27	6 28	6 29
86	6 18	6 18	6 19	6 20	6 20
88	6 10	6 11	6 11	6 11	6 12
90	6 0	6 0	6 0	6 0	6 0
92	5 55	5 55	5 55	5 55	5 55
94	5 48	5 47	5 47	5 46	5 46
96	5 40	5 40	5 39	5 38	5 37
98	5 33	5 32	5 31	5 30	5 28
100	5 25	5 29	5 22	5 21	5 20
102	5 17	5 16	5 14	5 12	5 11
104	5 9	5 7	5 5	5 3	5 1
106	5 1	4 59	4 57	4 54	4 52
108	4 53	4 50	4 47	4 45	4 42
110	4 44	4 41	4 38	4 35	4 32
112	4 35	4 32	4 28	4 25	4 21
114	4 25	4 22	4 18	4 14	4 10

Halbe Dauer des natürlichen Tags.

Poldistanz	Polhöhen.				
	48°	49°	50°	51	52°
66°	8h 3′	8h 7′	8h 12′	8h 18′	8h 24′
68	7 50	7 55	7 59	8 4	8 9
70	7 39	7 43	7 47	7 51	7 55
72	7 28	7 31	7 35	7 38	7 42
74	7 18	7 21	7 24	7 27	7 30
76	7 8	7 10	7 13	7 15	7 18
78	6 58	7 0	7 2	7 4	7 7
80	6 48	6 50	6 52	6 54	6 56
82	6 39	6 41	6 42	6 43	6 45
84	6 30	6 31	6 32	6 33	6 34
86	6 21	6 22	6 22	6 22	6 24
88	6 12	6 12	6 13	6 13	6 14
90	6 0	6 0	6 0	6 0	6 0
92	5 54	5 54	5 54	5 53	5 53
94	5 45	5 45	5 44	5 44	5 43
96	5 36	5 35	5 35	5 34	5 33
98	5 27	5 26	5 25	5 23	5 22
100	5 18	5 17	5 15	5 13	5 11
102	5 9	5 7	5 5	5 3	5 0
104	4 59	4 57	4 54	4 52	4 49
106	4 49	4 46	4 45	4 41	4 38
108	4 39	4 36	4 33	4 29	4 26
110	4 28	4 25	4 21	4 17	4 13
112	4 17	4 13	4 9	4 4	4 0
114	4 5	4 1	3 56	3 51	3 46

Halbe Dauer des natürlichen Tags.

Poldistanz	Polhöhen.				
	53°	54°	55°	56°	57°
66°	8h 30′	8h 36′	8h 43′	8h 51′	8h 59′
68	8 14	8 20	8 26	8 32	8 39
70	8 0	8 5	8 10	8 15	8 21
72	7 46	7 51	7 55	8 0	8 5
74	7 33	7 37	7 41	7 45	7 49
76	7 21	7 24	7 28	7 31	7 35
78	7 9	7 12	7 15	7 18	7 21
80	6 58	7 0	7 2	7 5	7 7
82	6 47	6 48	6 50	6 52	6 54
84	6 36	6 37	6 38	6 40	6 41
86	6 25	6 26	6 27	6 28	6 29
88	6 14	6 15	6 15	6 16	6 16
90	6 0	6 0	6 0	6 0	6 0
92	5 53	5 53	5 52	5 52	5 52
94	5 42	5 42	5 41	5 40	5 39
96	5 31	5 30	5 29	5 28	5 27
98	5 21	5 19	5 17	5 16	5 14
100	5 10	5 8	5 5	5 3	5 1
102	4 58	4 56	4 53	4 51	4 48
104	4 47	4 44	4 41	4 37	4 34
106	4 34	4 31	4 27	4 24	4 20
108	4 22	4 18	4 14	4 9	4 5
110	4 9	4 4	3 59	3 54	3 39
112	3 55	3 50	3 44	3 38	3 31
114	3 40	3 54	3 27	3 20	3 13

Halbe Dauer des natürlichen Tags.

Poldistanz	Polhöhen.				
	58°	59°	60°	61°	62°
66°	9h 8'	9h 18'	9h 29'	9h 42'	9h 57'
68	8 47	8 55	8 4	9 14	9 25
70	8 28	8 35	8 42	8 50	8 59
72	8 10	8 16	8 22	8 29	8 37
74	7 54	7 59	8 4	8 10	8 16
76	7 39	7 43	7 47	7 52	7 57
78	7 24	7 27	7 31	7 35	7 39
80	7 10	7 13	7 16	7 19	7 22
82	6 56	6 58	7 1	7 3	7 6
84	6 43	6 44	6 46	6 48	6 50
86	6 30	6 31	6 32	6 33	6 35
88	6 17	6 17	6 18	6 19	6 20
90	6 0	6 0	6 0	6 0	6 0
92	5 51	5 51	5 50	5 50	5 49
94	5 38	5 37	5 36	5 35	5 34
96	5 25	5 24	5 22	5 21	5 19
98	5 12	5 10	5 8	5 6	5 3
100	4 59	4 56	4 53	4 50	4 47
102	4 45	4 42	4 38	4 35	4 31
104	4 30	4 27	4 23	4 18	4 13
106	4 15	4 11	4 6	4 1	3 55
108	4 0	3 54	3 48	3 42	3 35
110	3 43	3 36	3 29	3 22	3 14
112	3 24	3 17	3 9	3 0	2 50
114	3 5	2 55	2 45	2 34	2 21

Halbe Dauer des natürlichen Tags.

Poldistanz	Polhöhen.							
	63°		64°		65°		66°	
66°	10h	15′	10h	38′	11h	13′	—	—
68	9	38	9	53	10	12	10	35
70	9	10	9	21	9	34	9	41
72	8	45	8	54	9	4	9	16
74	8	23	8	30	8	38	8	48
76	8	3	8	9	8	15	8	23
78	7	44	7	49	7	54	8	0
80	7	26	7	30	7	34	7	39
82	7	9	7	12	7	15	7	19
84	6	52	6	55	6	57	7	0
86	6	36	6	38	6	40	6	41
88	6	20	6	21	6	22	6	23
90	6	0	6	0	6	0	6	0
92	5	49	5	48	5	48	5	47
94	5	33	5	32	5	31	5	29
96	5	17	5	15	5	13	5	11
98	5	1	4	58	4	55	4	52
100	4	44	4	40	4	37	4	32
102	4	27	4	22	4	17	4	12
104	4	8	4	3	3	56	3	50
106	3	49	3	42	3	35	3	27
108	3	28	3	20	3	11	3	0
110	3	5	2	55	2	43	2	30
112	2	38	2	25	2	10	1	52
114	2	7	1	49	1	26	—	—

L.

Tagbogen.

Arcus diurnus; Arc diurne; *Diurnal arc.*

So wird die Zeit genannt, die ein Gestirn über dem I
rizonte des Beobachters zubringt. Der Anfang dieser Zeit v
der *Aufgang*, die Mitte die *Culmination* und das Ende d
selben der *Untergang* des Gestirns genannt. Wenn man
die Zeit der Culmination und den Tagbogen eines Gest
kennt, so erhält man auch sofort die Zeit seines Auf- und U
tergangs, indem man von der Culmination für den Aufg
den halben Tagbogen subtrahirt, für den Untergang aber
ihr addirt.

I. Um zuerst die wahre Sonnenzeit T der Culminat
eines Gestirns zu finden, sey a und A die Rectascension
Gestirns und der Sonne für den Mittag des gegebenen T
und ∂a, ∂A die täglichen Aenderungen dieser Gröſsen, a
in Zeit oder so ausgedrückt, daſs 24 Stunden gleich 360 G
den, also eine Stunde gleich 15 Graden ist. Dieses vora
gesetzt hat man für die gesuchte Zeit T die Rectascens
des Gestirns gleich $a + T \cdot \frac{\partial a}{24}$ und die Rectascension
Sonne gleich $A + T \cdot \frac{\partial A}{24}$. Die Differenz dieser beiden le
tern Gröſsen ist aber, da für diese Zeit T das Gestirn e
durch den Meridian geht, gleich dem Stundenwinkel der Son
d. h. gleich der gesuchten wahren Sonnenzeit T, so daſs m
daher hat

$$T = a + \tfrac{1}{24} \cdot T \cdot \partial a - A - \tfrac{1}{24} \cdot T \cdot \partial A,$$

woraus man für den gesuchten Werth von T erhält

$$T = \frac{a - A}{1 + \frac{1}{24}(\partial A - \partial a)}.$$

Geht das Gestirn, z. B. der Planet in seiner eigenen Bew
gung von Ost gen West oder rückwärts, so ist ∂a nega
und für Fixsterne, die keine eigene Bewegung haben, ist
gleich Null. Einfacher wird diese Aufgabe, wenn man nicht
Sonnenzeit, sondern die Sternzeit der Culmination eines G
stirns sucht, da diese Sternzeit der Culmination nichts ander

als die Rectascension des Gestirns selbst ist. Wie man aber dann aus der gefundenen Sternzeit der Culmination die mittlere Zeit derselben finden kann, ist im Artikel *Sternzeit* gezeigt worden.

II. Um nun auch den zweiten Theil der hierher gehörenden Aufgabe aufzulösen oder um den halben Tagbogen, den wir S nennen wollen, zu bestimmen, so hat man, wenn s den Stundenwinkel, p die Distanz des Gestirns vom Nordpole des Aequators und z die Distanz desselben von dem Pole des Horizonts oder vom Zenith bezeichnet,

$$\text{Cos. } z = \text{Cos. p Sin. } \varphi + \text{Sin. p Cos. } \varphi \text{ Cos. s},$$

wo φ die Polhöhe des Beobachtungsortes ist. Wenn das Gestirn im Horizonte ist oder eben auf- oder untergeht, so ist der Stundenwinkel s gleich dem halben Tagbogen S, und da für diesen Fall $z = 90^\circ$ ist, so hat man

$$\text{Cos. S} = -\frac{\text{Tang. } \varphi}{\text{Tang. p}} \quad \ldots \text{(I)}$$

oder auch

$$\text{Cos. } (180^\circ - \text{S}) = \frac{\text{Tang. } \varphi}{\text{Tang. p}}$$

und durch diese Gleichung wird der halbe Tagbogen S bestimmt. Will man dabei auf die Refraction und auf die Aenderung der Poldistanz des Gestirns, so wie auf den Halbmesser desselben Rücksicht nehmen, so wird man nach den Vorschriften verfahren, die schon oben [1] mitgetheilt worden sind. Hier bemerken wir nur, daſs die letzte Gleichung den Quadranten nicht zweifelhaft läſst, in welchem man die Gröſse S zu nehmen habe. Da nämlich S immer kleiner als $180^\circ = 12^h$ seyn muſs, so fällt in der Gleichung

$$\text{Cos. S} = -\frac{\text{Tang. } \varphi}{\text{Tang. p}}$$

die Gröſse S in den ersten oder in den zweiten Quadranten, wenn Cos. S positiv oder negativ ist.

In dieser Gleichung ist der halbe Tagbogen S von der Polhöhe, wie aus der Natur der Sache folgt, und auſserdem von der Poldistanz des Gestirns abhängig. Man kann ihn aber

---

1 S. Art. *Stundenkreis*. Bd. VIII. S. 1226.

auch von der Länge oder von der Rectascension des Gesti
abhängig machen, was besonders bei der Sonne für man
Untersuchungen sehr bequem seyn wird. Ist nämlich α
Rectascension, λ die Länge der Sonne und e die Schiefe
Ekliptik, so hat man

$$\text{Tang. p} = \frac{1}{\text{Tang. e Sin.}\,\alpha}$$

und daher auch

$$\text{Cos. S} = -\,\text{Tang. e Tang.}\,\varphi\,.\,\text{Sin.}\,\alpha \;.\,.\;\text{(II)}$$

Ferner hat man $\text{Tang.}\,\alpha = \text{Cos. e Tang.}\,\lambda$, wodurch die le
Gleichung in folgende übergeht

$$\text{Cos. S} = -\,\frac{\text{Sin. e Tang.}\,\varphi\,.\,\text{Tang.}\,\lambda}{\sqrt{1 + \text{Cos.}^2\,\text{e Tang.}^2\lambda}}\,,\;.\,.\;\text{(III)}$$

wo in (II) die Gröfse S von α und in (III) von λ abhän
erscheint.

III. Nennt man ebenso S' den halben *Nachtbogen* ei
Gestirns oder die Hälfte der Zeit, die dasselbe unter dem H
rizonte verweilt, so hat man, da S' das Complement zu 1
von S ist,

$$\text{Cos. S}' = \frac{\text{Tang.}\,\varphi}{\text{Tang. p}} \;.\,.\;\text{(IV)}$$

Giebt man in den beiden Gleichungen (I) und (IV)
Gröfse (90° — p) gleiche, aber entgegengesetzte Werthe,
hat man Cos. (180° — S) = — Cos. S' oder S = S', d. h.
Tagbogen der Sonne für jeden Ort der Erdoberfläche im S
mer ist gleich dem ihm entsprechenden Nachtbogen im W
ter. So ist z. B. der längste Tag im Sommer für jeden
gleich der längsten Nacht im Winter. Giebt man ebe
ohne p zu ändern, der Gröfse φ gleiche, aber entgegenges
Werthe, so erhält man ebenfalls S = S', d. h. für zwei
Aequator zu beiden Seiten desselben gleich weit entfernte
obachter ist der Tagbogen des einen gleich dem Nachtbo
des andern. So hat z. B. der eine den kürzesten Tag, w
der andere die kürzeste Nacht hat; der eine hat Sommer, w
der andere Winter hat. Man nennt die Bewohner desse
Meridians unter gleichen, aber entgegengesetzten Breiten
rioeci, die Bewohner desselben Parallelkreises, aber unter
gegengesetzten Meridianen, *Antoeci* und endlich die eina
diametral gegenüberstehenden Beobachter *Antipoden.*

Perioeci haben gleiche Tageszeiten, aber entgegengesetzte Jahreszeiten; die Antoeci haben gleiche Jahreszeiten, aber entgegengesetzte Tageszeiten, und die Antipoden haben entgegengesetzte Jahres- und Tageszeiten.

IV. Um die Zeit t zu finden, die der Halbmesser r der Sonne braucht, durch einen gegebenen *Almuçantharat*[1] zu gehn, so hat man, wenn man die obigen Bedeutungen von p, s, φ und z beibehält, für das Verhältniſs der Differentiale von z und s

$$\frac{\partial z}{\partial s} = \text{Sin.}\,\omega\,\text{Cos.}\,\varphi,$$

wo ω das *Azimuth* des Gestirns ist. Setzt man aber $\partial z = r$ und bezeichnet T die Uhrzeit, die zwischen den zwei nächsten Culminationen der Sonne verflossen ist, so hat man

$$t = \frac{T r}{360 . 60^2\,\text{Sin.}\,\omega\,\text{Cos.}\,\varphi}.$$

Nennt man ν den Winkel des Verticalkreises mit dem Declinationskreise des Gestirns, so hat man auch

$$\text{Sin.}\,\omega\,\text{Cos.}\,\varphi = \text{Sin.}\,p\,\text{Sin.}\,\nu$$

und daher

$$t = \frac{T r}{360 . 60^2\,\text{Sin.}\,p . \text{Sin.}\,\nu} \quad \ldots \quad (V)$$

Für diese Gröſse ν hat man auch

$$\text{Sin.}\,\nu = \frac{\text{Sin.}\,s\,\text{Cos.}\,\varphi}{\text{Sin.}\,z}$$

und

$$\text{Cos.}\,\nu = \frac{\text{Sin.}\,\varphi - \text{Cos.}\,p\,\text{Cos.}\,z}{\text{Sin.}\,p\,\text{Sin.}\,z},$$

wo für solche Sterne, die wie die Sonne für uns südlich vom Zenith culminiren, der Winkel ν immer kleiner als 90° ist.

Ist jener Almuçantharat der Horizont, so ist $z = 90°$, und daher die letzte Gleichung

$$\text{Cos.}\,\nu = \frac{\text{Sin.}\,\varphi}{\text{Sin.}\,p},$$

also auch die Zeit t des Auf- oder Untergangs des Sonnenhalbmessers r gleich

---

[1] S. d. Art. in Bd. I. S. 284.

$$t = \frac{Tr}{360 . 60^2 \sqrt{Sin.^2 p - Sin.^2 \varphi}}$$

oder bequemer zur Rechnung

$$t = \frac{Tr}{360 . 60^2 \sqrt{Sin. (p + \varphi) \; Sin. (p - \varphi)}} \; . \; . \; (VI)$$

Diese Gleichung zeigt, dafs für dieselbe Polhöhe diese Z am kleinsten ist, wenn $p = 90°$, d. h. zur Zeit der Ae noctien, wo die Sonne in Aequator steht. Für $p = \varphi$ wird t unendlich grofs. Dann geht nämlich der Halbr ser der Sonne gar nicht auf oder unter, so lange p di Werth hat.

V. Die vorhergehende einfache Gleichung (I) oder

$$Cos. S = - Tang. \varphi \; Cotg. p$$

giebt nicht nur den halben Tagbogen und dadurch die des Auf- und Untergangs der Gestirne, sondern sie en zugleich die Auflösung aller Probleme, die man über di Gegenstand aufstellen kann. Wir wollen die vorzüglich derselben kurz anzeigen.

A. Zuerst ist klar, dafs für $p < 90°$ die Gröfse $S >$ ist und umgekehrt, d. h. dafs Sterne über dem Aequator uns Bewohner der nördlichen Hemisphäre) länger über unter dem Horizonte verweilen, und dafs Sterne unter Aequator oder mit südlichen Declinationen länger unsich als sichtbar seyn müssen. Für $p = 90°$ wird auch $S =$ oder Sterne im Aequator bleiben für alle Orte der Erde e so lange über als unter dem Horizonte.

B. Ist $p = \varphi$, so ist $S = 180°$ oder das Gestirn nicht mehr auf und unter, sondern berührt nur in seiner mination den Horizont. Für die Sonne ist dieses der A und das Ende der Jahreszeit, wo die Sonne immer über Horizonte bleibt, und zwar so lange, als $p < \varphi$ ist. D Schiefe e der Ekliptik 23° 28′ beträgt, so ist die Pold p der Sonne immer zwischen den Grenzen

$$90° - e = 66° 32'$$

und

$$90° + e = 113° 28'$$

enthalten. Die Bewohner der Erde, für welche die Sonn einen Tag im Jahre nicht auf- und nur einen nicht unte

ben eine nördliche oder südliche Polhöhe von $(90 - e)$ ·aden, und sie sind die Bewohner der beiden *Polarkreise.* ir die innerhalb der Polarkreise wohnenden Menschen ist die einste mittägige Zenithdistanz z der Sonne

$$z = \varphi - e,$$

so desto gröſser, d. h. die Sonne steht selbst mitten im Sommer r jene Gegenden desto tiefer, je gröſser die Breite φ oder näher der Beobachter selbst am Pole wohnt. Für den Po-rkreis ist $\varphi = 90^\circ - e$, also $z = 90^\circ - 2e = 43^\circ\, 4'$, und für den ›l selbst ist $\varphi = 90^\circ$, also $z = 90^\circ - e = 66^\circ\, 32'$.

C. Bekanntlich wird der von den Wendekreisen einge-hlossene Gürtel die *heiſse Zone*, der von den Polarkreisen ·grenzte Raum die *kalte Zone* und endlich der zwischen den olar- und Wendekreisen liegende Theil der Erdoberfläche die *emäſsigte Zone* genannt.

Nur die kalten Zonen haben solche Jahreszeiten, wo die onne für sie längere Zeit hindurch nicht auf oder nicht un-ergeht. Für den Anfang und das Ende dieser Zeit hat man ie einfache Gleichung

$$p = \varphi \ . \ . \ . \ (\text{VII}),$$

ro für $p < \varphi$ die Sonne für jene Gegenden in ihrem Som-ıer nicht mehr untergeht und für $p > \varphi$ im Winter nicht ıehr aufgeht. Nennt man λ die Länge der Sonne, so hat ıan allgemein

$$\text{Sin.}\,\lambda = \frac{\text{Cos. } p}{\text{Sin. } e},$$

lso findet man auch die Länge λ der Sonne für den Anfang ınd das Ende der langen Nacht jener Gegenden durch die Gleichung

$$\text{Sin.}\,\lambda = \frac{\text{Cos.}\,\varphi}{\text{Sin. } e} \ . \ . \ (\text{VIII})$$

Ist z. B. $\varphi = 90^\circ$, so ist nach (VII) auch $p = 90^\circ$, also ist, für die Pole selbst, der Anfang und das Ende jener Zeit der 21ste März und der 22ste September oder unter den Polen ist ein halbes Jahr Tag und ebenso lange Nacht.

Für $\varphi = 80^\circ$ ist $p = 80^\circ$, also geht für diesen Parallelkreis die Sonne vom 15ten April bis 27sten August in der nördlichen kalten Zone nicht unter und in der südlichen nicht auf.

Für $\varphi = 66^\circ\, 32'$ oder für die Bewohner der Polarkreise ist auch $p = 66^\circ\, 32'$ oder hier geht die Sonne im Jahre bloſs

an einem Tage, am 21. Juni, in der nördlichen Hemisp nicht unter und in der südlichen nicht auf.

Kleinere Werthe von φ, als 66° 32′, geben endlich, der Gleichung (VII), unmögliche Werthe von p, und ebe folgt aus der Gleichung (VIII), dafs für $\varphi < 90° - e$, das h für $\varphi < 66° 32'$, die Werthe von Sin. λ imaginär werden, Zeichen, dafs für die Bewohner der gemäfsigten und der fsen Zone keine Zeit im Jahre ist, wo ihnen die Sonne n auf- oder untergeht, wie bekannt.

D. Ganz anders würden sich diese Erscheinungen halten, wenn die Schiefe der Ekliptik stark von derjen verschieden wäre, die sie jetzt ist. Für $e = 0$ z. B. fiele Ekliptik mit dem Aequator zusammen und die Poldistanz Sonne wäre durch das ganze Jahr gleich 90 Graden, würde auch ihre Länge jeden Augenblick mit ihrer Rectas sion zusammenfallen. Für diesen Fall giebt die Gleichun

$$S = 90°$$

oder für $e = 0$ würde an allen Orten der Erde durch ganze Jahr Tag und Nacht von gleicher Länge seyn. aber $e = 90°$ oder stände die Ekliptik senkrecht auf dem quator, wie dieses z. B. nach HERSCHEL's Beobachtungen bei Planeten Uranus der Fall seyn soll, so würde die obige Gleic

$$\text{Sin.}\,\lambda = \frac{\text{Cos.}\,p}{\text{Sin.}\,e}$$

in die folgende übergehen

$$\lambda = 90 - p$$

oder die Länge der Sonne würde durch das ganze Jahr i tisch mit der Declination derselben seyn.

Noch mufs zur Gleichung (VIII) bemerkt werden, man, um durch sie den Anfang und das Ende jener Zei finden, wo die Sonne für einen gegebenen Parallelkreis kalten Zone nicht mehr auf- oder untergeht, auf die fraction r und auf den Halbmesser Δ der Sonne Rück nehmen mufs, so dafs man eigentlich haben wird

$$\text{Sin.}\,\lambda = \frac{\text{Cos.}\,(\varphi + r + \Delta)}{\text{Sin.}\,e}$$

für den Anfang der Zeit, wo die Sonne immer über dem rizonte bleibt, und

$$\text{Sin.}\,\lambda = -\frac{\text{Cos.}\,(\varphi - r - \Delta)}{\text{Sin.}\,e}$$

: den Anfang der Zeit, wo die Sonne für jenen Parallelkreis
:ht mehr aufgeht. Man sieht daraus, daſs die Refraction
d der Halbmesser der Sonne für die Bestimmung jener Zei-
a dieselben Wirkungen haben, als ob die geographische Breite
n $(r+\Delta)$ verkleinert worden wäre.

VI. Nachdem wir im Vorhergehenden die Zeit des Auf-
ler Untergangs der Gestirne bestimmt haben, sollten wir nun
ich den Ort im Horizonte bestimmen, in welchem sie auf-
ler untergehn. Man nennt die Entfernung dieses Orts vom
eridiane, im Horizonte gezählt, die *Morgen-* und *Abend-*
eite (*amplitudo ortiva et occidua*). Man gebraucht dieselbe
›rzüglich zur See bei der Bestimmung der Declination der
[agnetnadel. Die dazu nöthigen Ausdrücke sind aber schon
›en[1] selbst mit der hier zu berücksichtigenden Wirkung der
efraction mitgetheilt worden.

Zum Schlusse dieses Gegenstandes wollen wir die Auflö-
ıng eines mit ihm verwandten Problems mittheilen, das auch
ei vielen anderen Untersuchungen von groſsem Nutzen ist.
Ian suche die vollständige Aenderung der Zenithdistanz z ei-
es Gestirns für eine gegebene Zwischenzeit. Nennt man ∂z
ie Aenderung der Zenithdistanz und ∂s die Aenderung des
tundenwinkels oder die gegebene Zwischenzeit, so hat man nach
em bekannten Taylor'schen Lehrsatze für die gesuchte verän-
erte Zenithdistanz z' den folgenden Ausdruck:

$$z' = z + \left(\frac{\partial z}{\partial s}\right)\partial s + \left(\frac{\partial^2 z}{\partial s^2}\right) \cdot \frac{\partial s^2}{1.2} + \left(\frac{\partial^3 z}{\partial s^3}\right) \cdot \frac{\partial s^3}{1.2.3} + \ldots,$$

wo $\left(\frac{\partial z}{\partial s}\right)$; $\left(\frac{\partial^2 z}{\partial s^2}\right)$ .. die ersten, zweiten ...... Diffe-
ɾentialquotienten der Gröſse z in Beziehung auf s sind, voraus-
gesetzt, daſs die Declination des Gestirns während dieser Zwi-
ıchenzeit als unveränderlich betrachtet werden kann. Differen-
iirt man nun die erste der oben (II.) gegebenen Gleichungen

$$\text{Cos. } z = \text{Cos. } p \text{ Sin. } \varphi + \text{Sin. } p \text{ Cos. } \varphi \text{ Cos. } s$$

ın Beziehung auf z und s, und setzt man der Kürze wegen

$$m = \frac{\text{Sin. } p \text{ Cos. } \varphi}{\text{Sin. } z} \,.\, \text{Sin. } s \text{ und } n = m \text{ Cotg. } s\,,$$

so erhält man sofort

1 S. Art. *Morgenweite*. Bd. VI. S. 2460.

$$\left(\frac{\partial z}{\partial s}\right) = m$$

und

$$\left(\frac{\partial m}{\partial s}\right) = n - m^2 \text{Cotg.} z,$$

$$\left(\frac{\partial n}{\partial s}\right) = - m - mn \text{ Cotg.} z,$$

also auch

$$\left(\frac{\partial^2 z}{\partial s^2}\right) = n - m^2 \text{ Cotg.} z,$$

$$\left(\frac{\partial^3 z}{\partial s^3}\right) = \left(\frac{\partial n}{\partial s}\right) - 2m \left(\frac{\partial m}{\partial s}\right) \text{Cotg.} z + \frac{m^2}{\text{Sin.}^2 z} \cdot \left(\frac{\partial z}{\partial s}\right)$$

oder wenn man in der letzten Gleichung die vorhergehenden Werthe von $\frac{\partial m}{\partial s}$, $\frac{\partial n}{\partial s}$ und von $\frac{\partial z}{\partial s}$ substituirt,

$$\left(\frac{\partial^3 z}{\partial s^3}\right) = m^3 (1 + 3 \text{ Cotg.}^2 z) - 3mn \text{ Cotg.} z - m.$$

Fährt man so fort, so erhält man, wenn man $\Theta = \text{Cotg.} z$ setzt und bis zu den fünften Potenzen von ∂s fortgeht, was für alle Fälle genügt, folgenden Endausdruck, der die Auflösung des gegebenen Problems enthält:

$$\begin{aligned} z' = z &+ m \partial s + (n - m^2 \Theta) \frac{\partial s^2}{1.2} \\ &+ (m^3 - m - 3mn\Theta + 3m^3\Theta^2) . \frac{\partial s^3}{1.2.3} \\ &+ [6m^2 n - n + (4m^2 - 3n^2 - 9m^4)\Theta \\ &\qquad + 18m^2 n \Theta^2 - 15 m^4 \Theta^3] . \frac{\partial s^4}{1.2.3.4} \\ &+ [15mn^2 - 10m^3 + 9m^5 + m \\ &\quad + (15mn - 90m^3 n)\Theta \\ &\quad + (45mn^2 - 30m^3 + 90m^5)\Theta^2 \\ &\quad - 150m^3 n \Theta^3 + 105 m^5 \Theta^4] \frac{\partial s^5}{1.2.3.4.5} + \ldots \end{aligned}$$

Eine der wichtigsten Anwendungen dieses Ausdrucks ist die bei der Beobachtung der Höhen der Gestirne in der Nähe des Meridians, um daraus die *Polhöhe* des Beobachtungsortes zu finden[1]. Ist nämlich z die beobachtete und z' die gesuchte

1 S. Art. *Circummeridianhöhen*. Bd. II. S. 112.

ittägige Höhe des Gestirns, so wird man in dem Vorherge-
nden nur die Gröfse s, also auch m gleich Null setzen,
odurch n in

$$n = \frac{\text{Sin. p Cos. } \varphi}{\text{Sin. z}}$$

bergeht, und man wird für die gesuchte Reduction $\partial z = z' - z$
er beobachteten Höhe auf die mittägige Höhe den Ausdruck
:halten

$$z = -n \frac{\partial s^2}{1.2} + n(1 + 3n\Theta) \frac{\partial s^4}{1.2.3.4}$$

$$- n[1 + 15n(n + \text{Cotg. } z + 3n \text{Cotg.}^2 z]. \frac{\partial s^6}{1.2.3.4.5.6} + \ldots$$

on welchem gewöhnlich schon das erste, in allen Fällen aber
ie beiden ersten Glieder genügen.

L.

Tantal.

Columbium; *Tantalum*; Tantale; *Tantalum.*

Ein sehr seltenes, von Hatchett und Eckeberg ent-
leckte, im Tantalit und Yttrotantalit vorkommendes Metall;
ehr strengflüssig und nach Children röthlich gelb und sehr
pröde.

Es bildet mit Sauerstoff die *tantalige Säure* (184 Tantal
uf 16 Sauerstoff), stahlgrau und unlöslich, und die *Tantal-
säure* (184 Tantal auf 24 Sauerstoff), welche ein weifses, ge-
schmackloses, Lakmus nicht röthendes Pulver darstellt, mit
Wasser ein weifses Hydrat bildet, sich nur in wenigen Säu-
'en und nur in geringer Menge löst und mit Alkalien un-
crystallinische, zum Theil in Wasser lösliche Verbindungen
eingeht.

Das *Fluor-Tantal* ist eine weifse Masse; das *Chlor-
Tantal* ein gelbweifses Mehl; das *Schwefel-Tantal* eine graue,
einkörnige, zart anzufühlende Masse.

G.

Tartrimeter.

Dieser Apparat ist einer von den zahlreichen, die von Chemikern in Vorschlag gebracht worden sind, um die Me der in einer Auflösung enthaltenen Salze oder der in Flüssigke befindlichen Substanzen zu messen. Sie sind meistens praktischen Gebrauche bestimmt, nach den zu messenden S stanzen mit Hülfe der griechischen, mitunter auch lateinisc Nomenclatur benannt, und beruhen auf verschiedenen, le aufzufindenden physikalischen Gesetzen. Nur mit grofser M würde eine vollständige Aufsuchung aller dieser angegebe Werkzeuge zu bewerkstelligen seyn, und eine genaue schreibung derselben wäre in unserem Werke um so wen am rechten Orte, als sie fast sämmtlich in das Gebiet praktischen Chemie gehören. Es wird daher genügen, bei d ser Gelegenheit einige derselben blofs zu nennen und ihre stimmung, die nicht allezeit aus ihrem Namen unmittelbar entnehmen ist, anzugeben; verschiedene der zahllosen M werkzeuge ähnlicher Art sind ohnehin bereits in einzelnen tikeln, als *Anthrakometer*, *Galaktometer* u. s. w. oder ge gentlich genannt und beschrieben worden. Das Tartrimet ist dazu bestimmt,[1] die Menge des in einer Auflösung entha nen Weinsteins zu messen; das ihm ähnliche *Alkalim* giebt die Menge des aufgelösten Alkali an, so wie das *Ace meter* die Menge vorhandener Essigsäure. Letzteres ist DECROIZILES angegeben, so wie das *Bertholimeter* zur P fung der Javellischen Lauge (an Kali und Wasser gebunde Chlor nach BERTHOLLET), welches dem *Chlorometer* HENRY und PLISSON oder von GAY-LÜSSAC ähnlich ist. *Millilitrimeter*, eine Art *Alkoholometer*, ist gleichfalls von I CROIZILES angegeben, und so giebt es sogar zu gleichen Zw ken bestimmte Werkzeuge von verschiedenen Namen, oft nur wenig von einander abweichender Construction[2].

M.

---

1 Journ. de Pharmacie. 1824. Fevr. p. 98.

2 Die genannten findet man beschrieben in: Laboratorium. I XXXVIII. Taf. CL. Heft XXXIX. Taf. CLV., in welchem Werke alle Apparate dieser Art fast vollständig findet.

Taucherglocke.

Campana urinatoria; Cloche du Plongeur; *Ding Bell.*

Die Taucherglocke ist gegenwärtig ein rein technischer
ıparat; allein nach der früheren Behandlung der Physik diente
als Beweis des Vorhandenseyns der Luft und ihres Wider-
ndes gegen Wasser, weswegen ein kleines Modell einer
lchen Glocke, aus Glas und mit Bleigewichten versehen, um
durch unter das Wasser herabgezogen zu werden, meistens
s wesentlicher Apparat der physikalischen Cabinette betrach-
t wurde. Obgleich gegenwärtig dieser Beweis als überflüssig
trachtet wird, so ist doch so oft von Phänomenen die Rede,
elche namentlich HALLEY und auch Andere unter Taucher-
ocken wahrgenommen haben, daſs eine Beschreibung dieses
pparates hier nicht fehlen darf.

Die Kunst des Tauchens, namentlich um die Perlen aus
em Meere heraufzuholen, ist sehr alt und man war daher
hon früh darauf bedacht, die Taucher durch einen Behälter
ıit Luft in den Stand zu setzen, länger unter dem Wasser
ı verweilen. Von einem solchen Apparate redet schon ARI-
TOTELES[1], allein es ist ungewiſs, ob unter demselben eine
igentliche Taucherglocke oder bloſs eine *Taucherkappe* zu
erstehn sey. Von den letzteren, die bloſs den Kopf umga-
en und mit einer auf die Oberfläche des Wassers hinaufge-
enden Röhre versehn waren, soll schon in den ältesten Aus-
aben des VEGETIUS vom Jahre 1511 die Rede seyn, wo auch
ine Abbildung durch den Herausgeber beigefügt ist[2]; später
rfand auch HALLEY eine kleinere Kappe, die für einige Mi-
uten Luft faſste, über den Kopf gedeckt wurde und durch
in dichtes, biegsames Rohr mit der Glocke in Verbindung
tand. Vermuthlich blieb die Taucherglocke bei den Grie-
hen stets bekannt, denn SCHOTT[3] berichtet nach einer Er-

1 Problemata. XXX. §. 5.
2 BUSCH Handbuch d. Erfindungen. Th. XII. S. 88.
3 Technica curiosa. L. VI. c. 9. p. 393.

zählung des TAISNIER[1], dafs in dessen Beiseyn und in
genwart Kaisers CARL V. nebst mehr als 10000 Zuschau
zwei Griechen sich in einem umgekehrten Kessel in das W
ser hinabliefsen und ein mitgenommenes brennendes Licht w
der herausbrachten. In England wandte man dieselbe b
nachher zu technischen Zwecken an, indem BACO[2] sie
verschiedenen Stellen genau beschreibt. Als im Jahre 1
mehrere Schiffe der unüberwindlichen Flotte (der sogenann
Armada) an den englischen Küsten gescheitert waren und
ihnen zugleich grofse Schätze versunken seyn sollten,
mühte man sich, mit einer durch SINCLAIR[3] beschriebe
Taucherglocke diese heraufzuholen, und brachte auch im
1665 einige Kanonen neben der Insel Mull an der Westk
Schottlands empor, deren Werth jedoch die aufgewandten l
sten selbst dann kaum deckte, als 1688 noch einige K
barkeiten hinzukamen. WILLIAM PHIPPS, ein Americaner,
hielt 1783 von CARL II. ein Schiff, um ein bei der I
Hispaniola gesunkenes reiches spanisches Schiff heraufzuho
allein die Unternehmung misslang, JACOB II. wollte ihn n
wieder unterstützen, jedoch brachte er durch Actien, w
der Herzog von ALBEMARLE vorzüglich interessirt war,
neue Expedition zu Stande, und es gelang ihm, 1688 ei
Werth von 200000 Lstl. heraufzubringen. Dieses hatte
Folge, dafs sich in England verschiedene Gesellschaften
Privilegium zum Tauchen an bestimmten Küsten geben lief
unter denen diejenige am bedeutendsten war, an deren Sp
der Herzog von ARGYLE stand. Sie fanden viele Schätze,
lein ohne bedeutenden reinen Gewinn[4].

Man hat verschiedene Arten von Kasten angegeben
denen sich die Taucher aufhalten, oder Hüllen, mit de
sie sich umgeben, um aus diesen während des Aufentl

1 Opuscula de motu celerrimo.

2 Novum Organon. L. II. §. 50. in Opp. lat. transl. Lips.
fol. p. 408. Phaenomena universi. ib. p. 707.

3 G. SINCLARI ars nova et magna gravitatis et levitatis. Rot
1669. 4. p. 220. SINCLAIR wird daher mit Unrecht für den Erf
gehalten, z. B. von PASCHIUS in Inventa nov-antiqua. Lips. 1700.
650. von LEUPOLD Theat. stat. univ. P. III. p. 242.

4 MARTIN Description of the Western Islands. 1716. 8. CAM
Political Survey of Britain. 1774. 4.

unter dem Wasser die erforderliche Luft zu schöpfen. Am vollständigsten sind diese älteren Apparate durch Leupold[1] beschrieben worden, unter andern die von Lorini[2] erwähnte, aus einem viereckigen, mit Eisen beschlagenen Kasten bestehend, welcher an der einen Seite ein Fenster und unten einen Schemel für den Taucher hatte. Beschreibungen der Taucherglocken und Anweisungen zu ihrem Gebrauche finden sich ferner bei Nicolaus Witsen[3], desgleichen bei Borelli[4], doch zeigte Jac. Bernoulli[5] die Unausführbarkeit des einen von ihm gemachten Vorschlags; auch hat Sturm[6] Verbesserungen der durch Sinclair beschriebenen Maschine vorgeschlagen.

Die einfache Aufgabe, sich unter einem umgestürzten, hinlänglich grofsen und zum Untersinken genügend beschwerten Kasten in das Meer herabzulassen, ist leicht zu lösen, allein es zeigen sich bei der Ausführung bedeutende Schwierigkeiten. Beim Herabsinken eines solchen Kastens wird die darin enthaltene Luft durch die umgebenden Wassersäulen zusammengedrückt, da ungefähr 32 Fufs Wasserhöhe dem Drukke einer Atmosphäre gleich ist und daher in einer Tiefe von 32 Fufs das Volumen der eingeschlossenen Luft schon auf die Hälfte, bei 64 Fufs aber auf $\frac{1}{3}$ herabgeht. Ist überhaupt p die Höhe einer Wassersäule, deren Druck dem der atmosphärischen Luft im Niveau des Meeres gleichkommt, p' die Tiefe, bis zu welcher der Apparat hinabsinkt, so ist die Elasticität und Dichtigkeit D der eingeschlossenen Luft

$$D = \frac{p + p'}{p}$$

und ihr Volumen

$$V = \frac{p}{p + p'}.$$

Wird daher eine Taucherglocke etwa 100 Fufs tief herabgelassen, so beträgt der Raum, den die Luft in ihr einnimmt,

1 Theatrum pontificiale. Leipz. 1726. Cap. II. Taf. I bis III.
2 Le fortificationi di Bonnaiuto Lorini. In Venetia 1609. fol.
3 Sheeps-Bouw beschreven door N. Witsen. Amst. 1671. fol. p. 253.
4 De motu animalium L. B. 1710. p. 232.
5 Acta Erud. Lips. 1683. p. 553.
6 Colleg. curios. Norimb. 1678. 4.

weniger als den dritten Theil des ursprünglichen und die Ta cher stehen daher so tief im Wasser, dafs es für sie unm lich ist, gehörig zu arbeiten. Dazu kommt das Verderben eingeschlossenen Luft durch die exspirirte Kohlensäure; d da ein erwachsener Mensch in einer Stunde ungefähr 5,55 Kub.-Fufs Luft ihres Gehalts an Sauerstoffgas beraubt[1] die Luft zum Athmen schon unbrauchbar wird, wenn $\frac{2}{3}$ ih Sauerstoffgases verzehrt sind, so darf man immerhin 8,33 Ku Fufs Luft als das Bedürfnifs eines Menschen in einer Stu annehmen. HALLEY war der erste, welcher diese wesen chen Mängel verbesserte. Die durch seine Versuche sehr kannt gewordene Taucherglocke war von Holz, oben 3, ten 5 F. weit und 8 F. hoch, auswärts mit Blei überzog und am Boden mit Gewichten beschwert, um schnell im W ser herabzusinken, und zugleich den Tauchern dazu diene sich darauf zu stellen und zu arbeiten. Oben im Deckel bei D ein meniscusförmiges Glas angebracht, die conc Seite nach innen gekehrt, und bei B ein Hahn, um die he Luft entweichen zu lassen. Eine kreisförmige Bank L diente den Tauchern zu Sitzen und die ganze Maschine wu an Tauen seitwärts vom Schiffe herabgelassen, nachher a wieder in die Höhe gezogen. Um die verdorbene Luft ersetzen, dienten ein Paar Tonnen C, mit Blei beschwert, schnell herabzusinken, 30 Gallonen haltend, mit einer Oe nung im Boden, um das Wasser eindringen zu lassen, ob im Deckel aber gleichfalls mit einem Loche versehn, wor ein mit Oel und Wachs getränkter lederner Schlauch geste war, aus welchem die Luft nicht entweichen konnte, weil wieder herabwärts gebogen war, bis einer der Taucher i ergriff und unter der Glocke in die Höhe bog, worauf da die Luft durch das eindringende Wasser herausgedrückt wur Die so entleerte Tonne wurde wieder hinaufgezogen und gleic zeitig eine zweite herabgelassen, welches Verfahren eine s che Menge frischer Luft gab, dafs HALLEY nebst noch v andern Personen anderthalb Stunden in einer Tiefe von 9 10 Faden ohne die geringste Unbequemlichkeit ausdau konnte. Dabei gebrauchte man die Vorsicht, den Apparat allmälig von 12 zu 12 Fufs herabzulassen und dann vermitte

Fig. 4.

1 S. Art. *Athmen.* Bd. I. S. 422.

Tonnen so viel frische Luft zuzuführen, dafs das einge-
ngene Wasser wieder bis an den Rand der Taucherglocke
k; als aber der Apparat unten angekommen war, wurde
s so viel Luft durch den Hahn B herausgelassen, als jede
nne zuführte. Wenn die Glocke ganz auf den Boden her-
gelassen war, so konnte unten auf dem Boden gearbeitet
rden, auch konnte man bei ruhiger See hinlänglich sehn,
zu lesen und zu schreiben, so dafs Halley auf bleierne
feln mit einem Griffel Anweisungen schrieb, was geschehn
lte, und diese mit den Tonnen hinaufschickte. Bei unruhi-
: See war es unter der Glocke finster, wie in der Nacht,
er dann konnte man sich eines Lichtes bedienen. Die Un-
quemlichkeit, die in der Regel stets bei einigen Individuen
ter der Taucherglocke vorkommt, nämlich die Schmerzen
Ohre wegen ungleicher Compression der Luft in der Eu-
chischen Röhre, wurde auch bei diesen Versuchen empfun-
n. Wird die Luft in der Taucherglocke beim Herablassen
nehmend comprimirt und kann sie nicht frei durch die Eu-
achische Röhre in die Paukenhöhle dringen, so drückt sie
s Paukenfell und die Gehörknöchelchen mit heftigen Schmer-
n nach innen; umgekehrt aber, wenn die verdichtete Luft
die Paukenhöhle gedrungen ist und beim Emporsteigen des
auchers nicht frei entweichen kann, so findet ein entgegen-
setzter schmerzhafter Druck statt, in beiden Fällen zuweilen
empfindlich, dafs er nicht blofs höchst peinlich, sondern
itunter ganz unerträglich ist[1]. Halley machte noch die be-
its erwähnte Vorrichtung, dafs ein mit einer Bleikappe ver-
hener Taucher sich von der Glocke entfernen konnte, mit
ieser aber durch eine Röhre, woran sich bei F ein Hahn
efand, in Verbindung blieb[2].

Der Schwede Martin Triewald[3] gab eine Taucher-
locke von geringerer Gröfse und kleinerem Gewichte an, mit
elcher jedoch die beabsichtigten Zwecke sehr wohl zu er-
ichen waren. Diese bestand aus inwendig verzinntem Ku- Fig. 5.

1 Vergl. *Gehör*. Bd. IV. S. 1215.

2 Philos. Trans. abr. T. IV. P. II. p. 188. T. VI. p. 550. Phi-
s. Trans. T. XXIX. p. 492. T. XXXI. p. 177.

3 Konstat lefwa under watnet. Stockh. 1741. 4. Phil. Trans. 1736.
esaguliers Exper. Philos. T. II. p. 220.

pferblech und sank durch unten angehängte Bleigewichte D
herab. Drei starke convexe Glaslinsen dienten sie zu er
len und eine eiserne Platte E, bestimmt die Taucher zu
gen, war absichtlich so tief gehängt, damit die Athmun
werkzeuge der Taucher von der Luft im oberen Raume,
man für die am meisten verdorbene hielt, entfernt seyn mö
ten, ja für den Fall, dafs ein Aufenthalt im oberen Th
nothwendig wurde, diente eine schlangenförmig gewund
Röhre an der Innenseite der Glocke, mit einem oberen b
samen Ende und einem Mundstücke von Elfenbein, zum
athmen der unteren Luft; eine zweckwidrige Vorsicht, da
mehr die verdorbene Luft herabsinkt.

Halley's Taucherglocke hat einige bedeutende und zugl
gefährliche Mängel, die von Thiewald angegebene er
aber einen der Hauptzwecke, nämlich den Boden unten
Bearbeiten hinlänglich vom Wasser zu befreien, nicht ge
gend, und ist daher nur zum Aufbringen versunkener Sc
geeignet. Bei der ersteren ist gefährlich, dafs ihr bedeute
Gewicht durch Arbeiter über dem Meere gehoben werden
und das Seil dann brechen könnte, welches den Unterg
der Taucher unvermeidlich herbeiführen würde. Aufser
ist die Beschaffenheit des Meeresbodens unbekannt und es
nen daher Felsenspitzen vorhanden seyn, an denen der I
der Glocke festhängt, so dafs diese umschlägt, ehe es m
lich ist, sich Zeichen zu geben. Diesen Mängeln suchte Sp
ding zu Edinburg durch die von ihm angegebene, im Du
schnitte gezeichnete Taucherglocke zu entgehn. Diese
von Holz und hing an den Seilen bei e, e, woran zugl
eiserne Haken befestigt waren, um die erforderlichen Ble
wichte zu tragen, durch welche der untere Rand der
schine stets in horizontaler Richtung gehalten wurde. W
diese aber zum Herabziehen nicht genügten, so war noch
anderes Gewicht L an einem Flaschenzuge so aufgehan
dafs es höher und niedriger gehoben werden konnte, w
man das Seil an der Innenseite der Glocke befestigte. I
diese beim Herabsinken ein Hindernifs, so liefs man das
wicht sofort auf den Boden herab, und verhütete dadurch
weitere Sinken der Glocke, die durch eben dieses Mitte
jeder beliebigen Entfernung vom Boden gehalten wurde.
fserdem hatte die Glocke einen luftdichten Boden EF,

Fig. 6.

on dann der Hahn bei H geöffnet wurde, so drang das
isser in den Raum AFEB, brachte die Glocke zum Sin-
i, bis man sie mehr erleichtern wollte und zu diesem Ende
i Hahn H schlofs, dagegen aber Luft aus dem unteren
ume, in welchem diese aus der Tonne O ersetzt wurde, in
a oberen steigen liefs, die das Wasser wieder heraustrieb,
, das verlangte specifische Gewicht hergestellt war. Bei
sem geringen Gewichte der Glocke konnte sie aufserdem
a einem kleinen Kahne herabgelassen und leicht von einem
te zum andern hingeführt werden. Statt einer Bank safsen
Taucher auf Seilen, die von Haken in der Decke EF
abhingen; eine vermittelst eines Hahns im Innern der Glok-
verschlossene Röhre diente dazu, um bei R Luft heraus-
lassen, die Zuführung frischer Luft durch die Tonne O war
er beibehalten.

Man hat noch verschiedene andere Vorrichtungen erfun-
n und wirklich in Anwendung gebracht, mittelst deren Tau-
er in tiefe Flüsse oder selbst im Meere sich hinabliefsen,
a versunkene Gegenstände an Stricken zu befestigen, damit
ı dann in die Höhe gezogen würden. Sie kommen insge-
mmt darauf hinaus, dafs die Taucher sich in Panzer oder
ɔfs den Kopf in grofse Helme von Metall oder gebranntem
der einhüllen, in deren inneren Räumen eine bedeutende
enge Luft zur Unterhaltung der Respiration eingeschlossen
, wobei zugleich ein Glas vor dem Gesichte das Sehen er-
ıbt und die herausstehenden sowohl Arme als auch Beine
cht umschlossen sind, um freie Bewegung zu gestatten, ohne
ıfs das Wasser in das Innere einzudringen vermag. Einige von
esen mehr oder weniger weiten Panzern sind auch mit elasti-
hen Röhren versehen, deren Mündungen an Schwimmern
er der Oberfläche des Wassers gehalten werden, um eine
erbindung mit der äufsern Luft zu unterhalten. Es würde
doch zu weitläuftig seyn und zu wenig Nutzen gewähren,
ese alle ausführlich zu beschreiben, da sie sich im Fall ei-
es vorhandenen Bedürfnisses nach den angegebenen, übrigens
ıch hinlänglich bekannten physikalischen Principien leicht
ɔnstruiren lassen, wenn man hauptsächlich nur den kubischen
nhalt der eingeschlossenen Luft und das specifische Gewicht
es gesammten gegebenen Volumens gehörig berücksichtigt, da-
nit der so bekleidete oder umschlossene Taucher mit einigem,

aber nicht zu grofsem Uebergewichte über das verdrängte W
ser niedersinkt[1].

Von allen diesen Vorrichtungen macht man gegenw
keinen Gebrauch mehr, auch selbst nicht von der aller
sinnreich construirten Taucherglocke Spalding's, vermut
deswegen, weil das Herablassen der Tonnen zum Ersatz
verdorbenen Luft beschwerlich ist und die Aufmerksa
und Zeit der herabgelassenen Taucher zu sehr in Ans
nimmt. Diejenigen, deren man sich jetzt häufig beim H
baue oder beim Aufsuchen versunkener Güter bedient, w
nach Smeaton's Angabe verfertigt[2]. Sie sind von Eise
einem Stück gegossen, bilden länglich viereckige, unten o
Kästen, unten dicker als oben und so schwer, dafs sie
Belastung im Wasser untersinken, ohne in Folge gehöri
gulirten Schwerpunctes umzuschlagen. Im Deckel befinden
zwölf Oeffnungen mit dicken, planconvexen Gläsern zum
leuchten und eine Oeffnung von 1 Zoll Durchmesser, in
cher ein bis an die Oberfläche reichender elastischer Sch
befestigt ist, um durch diesen mittelst einer Druckp
stets frische Luft zuzuführen, so dafs die verdorbene fort
rend in grofsen Blasen unter dem Rande der Glocke entw
indem die Druckpumpe sofort beim Herablassen des App
unter das Wasser in Thätigkeit gesetzt wird. Von der
des Deckels hängt eine grofse Kette herab, um geh
Steine daran zu befestigen und in die Tiefe herabzulasse
den Seiten aber befinden sich Bänke zum Sitzen für die
beiter, welche in der Tiefe angekommen herabsteigen,
Taucherglocke ohne Mühe auf dem Boden hinschieben
ihre Arbeit unter derselben verrichten. Der ganze Ap
hängt an einer Kette von einem drehbaren Krahne herab
ihn aufzuziehn und hinabzulassen, auch so weit über
Wasser zu heben, dafs die Arbeiter mit einem Kahne
die Oeffnung der Glocke fahren und die herabzulassende
chen befestigen, dann aber sich selbst auf die für sie besti
ten Bänke setzen können. Diese verbesserte Einrich

---

1 Man findet den gröfsten Theil derselben beschrieben und
Figuren versinnlicht in Rees Cyclopaedia. Lond. 1819. 4. T. XII
Diving-Bell.

2 Biblioth. univ. T. XIII. p. 230.

ptsächlich die Druckpumpe für frische Luft, wird stets
›ehalten, wenn man übrigens auch die Form ändert. So
diejenige, worin sich Dr. COLLADON im Hafen zu Howth
Irland herabliefs, ein länglich runder Kasten, aus einem
ck von Eisen gegossen, 6 Fufs im längsten, 4 F. im kür-
ten Durchmesser, 5 F. hoch, unten 3 Zoll, oben 1,5 Z.
k, und wog im Ganzen 4 Tonnen. Sie hatte oben 10
dicken Gläsern versehene Oeffnungen und war in ihrer
igen Einrichtung der Smeaton'schen gleich[1]. In neueren
en hat auch STEELE[2] sich sehr bemüht, die Aufmerksam-
des Publicums auf eine von ihm in Vorschlag gebrachte
besserte Taucherglocke zu richten, für die er sich ein Pa-
t ertheilen liefs. Sie unterscheidet sich von der Smea-
'schen durch eine besondere Kammer (*communicating cham-*
), die vom Hauptraume durch eine Wand mit Fenstern ge-
ieden und für den Aufseher über die zu fertigenden Arbei-
bestimmt ist. Nach einer abgeänderten Construction ist
se Kammer von dem Hauptraume ganz getrennt und nur
rch einen elastischen Schlauch damit verbunden, um durch
sen mit den Arbeitern zu reden. Diese Vorrichtung scheint
nichts weniger als vortheilhaft, weil sie die Maschine zu-
mmengesetzter macht und den Aufseher hindert, die Gegen-
ıde, um derentwillen die Glocke herabgelassen wird, genau
sehn. Weit zweckmäfsiger bringt man in den Smeaton'-
en Apparaten zuweilen eine eigene Abtheilung mit einem
uemeren Sitze für den Aufseher an. Beiläufig will ich
ch bemerken, dafs stets sehr dicke Gläser zum Einlassen
Lichts für Taucherglocken empfohlen werden, um dem
rken Drucke zu widerstehn; da aber der Druck des Was-
s von aufsen dem Drucke der Luft von innen bis auf den
ingen Unterschied, den eine Wassersäule von der Höhe der
ucherglocke bedingt, ganz gleich bleibt, so ist fest einge-
tetes, mäfsig dickes Glas stark genug, um den unbedeuten-
ı Ueberschufs des Druckes auszuhalten.

M.

1 Froriep Notizen 1821. Sept. N. 7.

2 Philosophical Magazine and Annals of Phil. T. LXVIII. p. 43.
. Mechanics Magazine. 1825. N. 96. p. 185. Daraus in DING-
r's polytechnischem Journal. Th. XVIII. S. 176. XXI. 218. XXIV.
; an der letzten Stelle mit Abbildung.

Telegraph

heifst in allgemeinster Bedeutung jede Vorrichtung, wo
man Nachrichten nach einem gewissen Ziele, wo m
schnell und durch gewisse verabredete Zeichen, mittheilt
Benennung ist abgeleitet von τέλος, das Ende, das Ziel,
γράφειν, schreiben. Die Mittel, die man für diesen Zwe
Vorschlag brachte und wirklich anwandte, sind das Lich
die Elektricität, beide wegen ihrer aufserordentlichen, fi
dische Räume unendlich zu nennenden Geschwindigkeit h
am meisten geeignet. Man hat daher eigentlich nur zwe
ten von Telegraphen, optische und elektrische, die ein
here Betrachtung verdienen, denn sonstige Vorschläge,
durch Zeichen auf meistens nur kurze Entfernungen zu
ständigen, gehören in das Gebiet der *Synthematogr*
(Zeichenschrift, von σύνθημα, das Verabredete, verabre
Zeichen, Chiffer, und γράφειν) und nicht zur *Telegraphi*
nur einen speciellen Zweig von jener ausmacht. Man ha
fserdem den Schall als ein Mittel zur Telegraphie vorges
gen, welches unter allen das geeignetste ist, sobald es
auf verhältnifsmäfsig kurze Entfernungen angewandt w
soll. Uebergehe ich hierbei die wohl früher in Anwen
gebrachte schnelle Fortpflanzung einer Nachricht durch K
nenschüsse in Gemäfsheit vorausgegangener Verabredung,
wegen des grofsen Kostenaufwandes nur in einzelnen sel
Fällen angewandt werden kann und aufserdem allezeit
unsicher bleibt, da bekanntlich der Schall aus unbeka
Ursachen zuweilen nicht so weit gelangt, als man zu erw
berechtigt ist, so bleibt nur die Mittheilung durch R
übrig, deren Nutzen, nebst den dazu dienlichen Vorric
gen, bereits angegeben ist [1]. Man pflegt dieses Mitte
genwärtig nicht unter die telegraphischen zu zählen, weil
bei diesen zugleich grofse Entfernungen im Auge hat, f
ist es aber als ein solches von Gauthey [2] in Vorschlag

---

1 S. Art. *Schall*. Bd. VIII. S. 451.

2 Expérience sur la Propagation du son et de la voix dan
tuyaux prolongés à une grande distance. Nouveau moyen d'
et d'obtenir une correspondance très rapide entre des lieux fort

ɔht, welcher durch Versuche an der 400 Toisen langen ırenleitung Perrier's zu Chaillot auffand, dafs die mensch-
.e Stimme durch eine so weite Strecke ungeschwächt fort-
flanzt wird. Da man indefs gegenwärtig diese und sonsti-
wohl vorgeschlagene Vorrichtungen zur schnellen Mitthei-
g von Nachrichten in die Ferne nicht mehr zur Telegra-
ıe zählt, so bleiben nur die zwei neuerdings vorgeschlage-
ı und zum Theil wirklich in Anwendung gebrachten Tele-
phen zur näheren Betrachtung übrig, die optischen und
ktrischen.

1) Optische Telegraphen.

Das Licht durchläuft ungefähr 40000 geographische Meilen
einer Secunde, und da ein Zehntheil einer Secunde wohl
. kleinste Zeitintervall ist, was man ohne künstliche Mittel
ch messen kann, in welchem das Licht 4000 Meilen durch-
ıfen würde, so übersieht man bald, dafs die Zeit, welche
s Licht zum Durchlaufen irdischer Strecken gebraucht, un-
ıfsbar klein ist und also bei der optischen Telegraphie ganz
berücksichtigt bleiben darf. Dieses war schon den Alten
kannt und sie benutzten daher das Licht zur schnellen Ver-
ɜitung wichtiger Nachrichten, zunächst nur im Kriege. Eine
ur hiervon aus dem höchsten Alterthume findet man in der
zählung der Klytemnästra [1], wie ihr durch Signalfeuer
f den Bergspitzen die Kunde von der Eroberung Troja's
gekommen sey. Aehnliche Alarmfeuer waren bei den Feld-
gen Hannibal's, insbesondere bei den Schotten, aber auch
i den germanischen und andern Völkerschaften gewöhnliche
ittel der Telegraphie, worüber sich unter andern in Poly-
us, Julius Africanus und sonstigen Schriftstellern unzwei-
utige Nachrichten finden. Bei der bloſsen Idee scheint ein
ɔrschlag von Franz Kessler [2] geblieben zu seyn, welcher
hon 1617 angab, man solle ein Feuer in einer Tonne an-

ıés. Aus Boeckmann's Versuch einer Telegraphie. Vergl. eine Nach-
cht darüber im Gothaischen Hofkalender von 1784.

1 S. Aeschylus Agamemnon. Sc. II.

2 Just. Christ. Hennings Mittel den menschlichen Leib wider d.
olgen des Wassers und Feuers zu schützen. S. 219.

zünden, dieses durch eine Klappe verdecken und die
des zu bezeichnenden Buchstaben vermittelst wiederholter
fernung der Klappe ausdrücken. Der eigentliche Erfinder
neueren optischen Telegraphen ist wohl der bekannte Ho
welcher der Londoner Societät im Jahre 1684 einen Plan
legte, wie man durch geometrische Figuren, vermittel
einander beweglicher Lineale erzeugt, schnell Nachrichte
die Ferne mittheilen könne; auch gab er schon an, dafs
sich dabei der Fernröhre bedienen könne, um die Menge
Zwischenstationen zu vermindern. Ob Chappe hierdurch
die Erfindung seines später so berühmt gewordenen Telegra
geleitet worden sey, ist nicht wohl auszumitteln[2], ebenso w
als ob er aus Bergstraesser's zahlreichen Vorschlägen
Idee entnommen habe, deren bequeme und zweckmäfsige
chanische Ausführung bei der Construction des von ihm
gestellten Telegraphen auf jeden Fall als seine Erfindung
ten mufs. Bergstraesser[3] beschäftigte sich nämlich s
seit 1780 mit dem Probleme der Synthematographik im
zen Umfange, suchte die älteren Vorschläge und Versuche
Telegraphie auf, beschränkte sich aber bei seinen eigenen
schlägen hauptsächlich, wo nicht ausschliefslich auf Fe
signale, deren Schwierigkeit und kostspielige Ausführung
einleuchtet. Nach seiner Angabe sollte eine sogenannte Si
post zwischen Leipzig und Hamburg errichtet werden,
telegraphirte er zum Versuche vermittelst Racketen von
sogenannten Goldgrube, acht Stunden von Hanau, aus
Homburg und Bergen nach Philippsruhe.

Von dieser Zeit an wurde die Sache von mehreren S
verhandelt, insbesondere suchte man die einfachsten und
quemsten Zeichen aufzufinden und die Mittel, sie aus

1 Philos. Trans. for 1684.

2 Boeckmann in seinem: Versuch über Telegraphie und
graphen u. s. w. Carlsruhe 1794. S. 101. sucht durch Combinati
zu beweisen, dafs der durch Chappe vorgeschlagene Telegrap
Erfindung Linguet's sey, wodurch dieser sich schon 1782 aus de
stille loskaufen wollte. Als er nachher in Grand-Force gef
safs, seyen die hierauf bezüglichen Zeichnungen durch Robesp
in Chappe's Hände gekommen und dieser habe sich die Erfindung
geeignet. Linguet wurde 1793 guillotinirt.

3 Synthematographik u. s. w. 1ste Lief. Hanau 1784.

se zu erkennen, ohne dafs sie vom Publicum wahrgenom-
 würden; es war aber Frankreich vorbehalten, sie zuerst
ch praktische Anwendung ins Leben einzuführen. Der
ger CHAPPE wandte sich mit der Anzeige dieser von ihm
eblich gemachten Erfindung, worauf er mehrere Jahre lang
estrengtes Nachdenken verwandt zu haben vorgab, im Jahre
3 an den National-Convent in Paris, dieser ernannte eine
nmission zur Untersuchung und in Folge hiervon stattete
AKAL am 25sten Juli dieses Jahres einen Bericht über die
estellten Versuche[1] ab. Der Telegraph hatte, wie der er-
nach diesem Modell auf dem Louvre errichtete, nur einen Fig. 7.
rbalken mit zwei halb so langen, die mit ihrem einen
le am Ende des ersteren in verticaler Ebene drehbar be-
igt waren, und hiermit wollte er 100 verschiedene Zei-
n hervorbringen, die aber von den Commissarien als ei-
thümliches Geheimnifs des Erfinders nicht mitgetheilt wur-
. Der erste Versuch fand am 12. April statt, ein Posten
d zu Menil-Montant, ein zweiter auf der Höhe von
suan und ein dritter zu St. Martin du Thertre, die ganze
fernung betrug 8 bis 9 Lieues und beide telegraphirte De-
chen würden völlig genau verstanden. In Gemäfsheit des-
fiel der Bericht sehr günstig aus; die Commission rech-
, dafs im Mittel jedes Signal 20 Secunden erfordern würde
 also eine Depesche von Valenciennes bis Paris 13 Min.
Sec. bedürfe. Sie bestimmte ferner, dafs mit Inbegriff
 zur Nachtzeit erforderlichen Geräthschaften jeder Tele-
ph 6000 Livres kosten könne und sich daher mit 96000
res eine Linie von Paris bis an die Nordgrenze des Reichs
stellen lasse, wovon die Fernröhre und Secunden-Pendel-
en, die ohnehin vorhanden seyen, noch abgingen und also
 58400 Livres erforderlich wären. Auf diesen Bericht er-
nte der Convent den Erfinder CHAPPE zum *Ingénieur-Té-
aphe*, und trug dem Wohlfahrts-Ausschufs auf, zu be-
mmen, welche Telegraphen-Linien am nöthigsten und zweck-
sigsten wären. Von dieser Zeit an wurde die Sache allge-

1 Journ. des Inventions, découvertes et perfectionnements dans
Sciences. T. II. Gotha'sches Magaz. Th. X. St. 1. S. 95. Bulle-
de la Société philomatique. An VI. No. 16. Hier findet man Be-
eibung und Abbildung des Chappe'schen Telegraphen.

mein bekannt und es erschienen mehrere Werke mit Besch bungen des in Paris auf dem Louvre errichteten Telegra und mit zahllosen Vorschlägen zu verschiedenen Combin nen der damit zu gebenden Zeichen, wie nicht minder derweitiger Chiffern, unter andern die oben erwähnte Boeckmann, zwei in Leipzig[1], eine in Nürnberg[2] u. s. auch stellte Bergstraesser[3] alles bis dahin über dieses blem bekannt Gewordene in einem mehr weitläuftigen als gr lichen Werke zusammen. Die von Chappe gewählte Ein tung verbindet Einfachheit mit einem hohen Grade von ständigkeit und mufste daher vor allen andern vorgeschl nen am meisten Beifall finden. Man berechnete gleich fangs[4], dafs man sich bei den Stellungen der beiden Se flügel auf die Winkel von 45°, 90°, 135°, 180°, 225°, und 315° beschränken müsse, welches aber für die einz und für beide in Verbindung 63 verschiedene Figuren g Diese mit den 4 verschiedenen Stellungen des Hauptflügels tiplicirt giebt 256 Figuren, aus denen man die beque aussuchen kann, weil man nicht aller bedarf; auch ve sich von selbst, dafs man diesen Zeichen eine willkürliche deutung geben kann, so dafs die telegraphirten Depeschen geachtet der offenen Sichtbarkeit der Zeichen doch imme Geheimnifs bleiben. Die Maschine ruht nach jeder bede men Stellung ein wenig, um dadurch anzudeuten, dafs sie geltende sey. Die Entfernung der einzelnen Stationen h von der Güte der gebrauchten Fernröhre ab; nach der E

---

1 Beschreibung und Abbildung des Telegraphen oder de erfundenen Fernschreibemaschine u. s. w. Leipz. 1794. Abbi und Beschreibung des Telegraphen oder der neu erfundenen schreibemaschine in Paris und ihres innern Mechanismus u. s. w. einer leicht ausführbaren Anweisung, mit äufserst geringen Koste legraphen zu verfertigen. Leipz. 1795. 8.

2 Beschreibung und Abbildung des Telegraphen oder der ne fundenen Fernschreibemaschine in Paris, mit einem Kupfer; dem telegraphischen Alphabet. Nürnberg 1796. 4. Die Schrif Edelcrantz über Telegraphie, worin auch Vorschläge zu Ver rungen enthalten sind, habe ich nicht zur Hand.

3 Ueber Signal-, Ordre- und Zielschreiberei in die Ferne über Synthematographe und Telegraphe in der Vergleichung. F a. M. 1795. Mit 13 K.

4 S. Gotha'sches Magazin. Th. X. St. 1. S. 101.

g nimmt man im Mittel 6 bis 8 Stunden an, vorausgesetzt s keine zwischenliegenden Erhöhungen ein Hinderniſs geben, z. B. von Paris aus die nächste Station sich schon auf dem ont-Martre befindet.

Die ursprüngliche Einrichtung der Telegraphen ist bis jetzt im esentlichen beibehalten worden und sonstige, minder zweckäſsige Vorschläge sind unbeachtet geblieben. Dahin gehört r von ACHARD[1], wonach eine gerade Stange, ein Kreis und Dreieck, an einer gemeinschaftlichen Axe beweglich, durch mbination die erforderlichen Zeichen geben sollen, und die r im Allgemeinen bekannt gewordenen, aber sehr viel verrechenden von WOLKE[2]. Die einzige wesentliche, zugleich er sehr nahe liegende Verbesserung, die man alsobald einihrte, besteht darin, daſs man die beiden Nebenflügel nicht it ihren Enden, sondern in der Mitte an den Enden des lauptflügels befestigte, wonach also der Telegraph die in der eichnung ausgedrückte Gestalt erhielt. Hierdurch erreichte Fig. 8. nan den wesentlichen Vortheil, daſs alle drei Flügel, jeder in einem Schwerpuncte befestigt, ungleich weniger Kraft zu ihrer Bewegung erfordern.

Somit glaube ich das Wesentliche über die Erfindung und lie Construction des üblichen optischen Telegraphen vollständig genug mitgetheilt zu haben, ohne daſs es mir nöthig scheint, uf die einzelnen späteren Vorschläge zu Verbesserungen[3] weiter einzugehn. Sollte aber jemand beabsichtigen, bei der Anlegung einer Telegraphenlinie thätig mitzuwirken, dann würde ihm allerdings obliegen, auch diese und namentlich die durch BREGUET und BETANCOURT angegebenen Constructionen[4], vor allen andern aber die ausführliche Abhandlung von Fr. PARROT[5] mit ebenso schönen als belehrenden Zeichnungen, einer näheren Prüfung zu unterwerfen.

CHAPPE's Telegraph ist nur am Tage zu gebrauchen, der Erfinder desselben und mehrere andere waren aber darauf be-

1 Journal für Fabrik. 1794. Dec. S. 486.

2 Reichsanzeiger. 1795. No. 167.

3 Solche finden sich unter andern in Bibliothèque Britannique. 1796. Janv.

4 Bulletin de la Soc. philom. An VI. N. 16. Mém. de l'Institut. 1797.

5 Mém. de l'Acad. des Sc. de Pétersb. VIme Sér. T. IV.

dacht, ihm eine solche Einrichtung zu geben, daſs man a
während der Nacht telegraphiren könne, ohne daſs dieses
doch bis jetzt in Ausführung gebracht wurde. Dahin ge
der Vorschlag von ABEL BÜRJA[1], groſse, in einer undur
sichtigen Scheibe ausgeschnittene und von hinten her erleu
tete Buchstaben zum nächtlichen Telegraphiren anzuwend
Der Vorschlag scheint nicht schwer ausführbar, und es l
nicht fern, statt der gewöhnlichen Schriftzeichen zur Bew
rung des Geheimnisses willkürliche Chiffern zu wählen, v
auf jeden Fall leichter ausführbar scheint, als der Vorsch
von FISCHER[2], mittelst 10 Laternen zu signalisiren, die
verschiedenen Combinationen theilweise zugedeckt werden mü
ten. Im Frühjahr 1833 habe ich selbst gesehn, daſs in P
Versuche gemacht wurden, vermittelst Laternen bei Nacht
telegraphiren, über die erhaltenen Resultate habe ich aber ke
Kenntniſs erhalten. Am gelungensten scheinen die Versu
ausgefallen zu seyn, welche LECOT DE KERVEGUEN[3] mit d
von ihm erfundenen Tag- und Nachttelegraphen angestellt
Dieser besteht aus einer gewöhnlichen, bei Nacht im Inn
stark erleuchteten Kammer. In der Wand, welche in
Richtung der telegraphischen Linie liegt, befinden sich d
groſse, kreisrunde Oeffnungen mit einem Kreuze, wovon
eine Balken vertical steht. Die Oeffnungen sind mit ei
runden, drehbaren Scheibe bedeckt, worin sich ein Einsch
befindet, welcher durch den einen oder den andern Balken
Kreuzes ganz verdeckt wird, und wenn sie daher um il
Axe gedreht werden, so fällt das Licht durch den Einschn
dessen Stellung in jedem Winkel verändert werden kann,
daſs die Verbindung aller drei die vielfachsten Combination
gestattet, deren Zahl in übergroſser Menge zu 8649 angegeb
wird, auf jeden Fall aber für die Bedürfnisse der Telegrap
mehr als genügt. Die Gröſse der Einschnitte und der Scheib

---

1 BUSCH Geschichte der Erfindungen. Th. XII. S. 47.

2 Deutsche Monatsschrift. 1795. Oct. S. 96. Aehnliche V
schläge sind von BOECKMANN a. a. O., von KESSLER und von vielen A
dern gemacht worden, die man in den angezeigten Werken von BE
STRAESSER findet.

3 Revue Encyclop. T. XLIII. p. 763. The Quarterly Journ.
science. New Ser. N. XII. p. 393.

ıſs der Entfernung, bis zu welcher sie sichtbar seyn sollen, gemessen seyn, was sich von selbst versteht. Am 21sten ärz 1829 wurden Versuche mit diesem Telegraphen angellt, welcher sich im Hafen von Brest befand, und die Signale urden auf dem Cap Sepet in 1,8 Lieues Entfernung, des llen Mondlichts ungeachtet, sehr genau erkannt, auch am ıdern Morgen, als man statt des Kerzenlichtes das Tagslicht urch die Einschnitte fallen liefs.

2) Elektrische Telegraphen.

Wie vollkommen und ihrem Zwecke angemessen die opschen Telegraphen der Theorie und Erfahrung nach immer yn mögen, so unterliegen sie doch stets dem Mangel, dafs bis jetzt noch die Nacht und) auf jeden Fall trübes, nebeliges Vetter ihren Gebrauch aufhebt. Indem aber der elektrische trom schon nach älteren Versuchen irdische Räume in unıefsbar kurzer Zeit, nach den neueren von Wheatstone aber iit gröfserer Geschwindigkeit, als selbst das Licht durchläuft, nd hierbei obendrein weder die Nacht noch auch trüber Himıel ein Hindernifs abgiebt, so war der Gedanke sehr natürch, denselben zur Telegraphie zu benutzen. Die in dieser eziehung gemachten Vorschläge waren allezeit der bestehenen Kenntnifs des Verhaltens der Elektricität angemessen. So inge man blofs die Reibungselektricität kannte, beschränkten ich die Vorschläge darauf[1], den elektrischen Strom durch willürlich lange, unter der Erde hinlaufende Metalldrähte zu leien und auf der entfernten Beobachtungs-Station dadurch die rerabredeten Zeichen zu geben, dafs der einfache Funke eine elektrische Pistole entzündete, um überhaupt die Aufnerksamkeit zu erregen oder von einem Leiter zum andern ibersprange oder in einer luftleeren Flasche als Lichtschein zum Vorschein käme. Liefse sich der elektrische Strom auf liese Weise als einfacher oder als Flaschenfunke nur auf hinänglich entfernte Strecken fortleiten, so wäre es leicht, durch verschiedene Zahl und Reihenfolge solcher Funken die verabredeten Zeichen zu geben, allein die eigentliche Schwierigkeit, dafs die in die Erde gesenkten Drähte nicht mehr isolirt blei-

1 Borgmann a. a. O. S. 17.

ben, hatte man ganz übersehn, und sie ist erst in den ne
sten Zeiten gehörig gewürdigt worden. Der Telegraphir
durch Reibungs-Elektricität steht aber aufserdem noch
Hindernifs entgegen, dafs auf jeden Fall eine etwas st
Spannung der Elektricität erfordert würde, man sich d
entweder auf nur einen hin- und zurücklaufenden Draht
schränken müfste, was die Erhaltung einer hinlänglichen
zahl verschiedener Chiffern erschwert, oder dafs eine gröf
Menge genügend isolirter Leitungsdrähte erforderlich wäre.

Dieses letztere, nicht unbedeutende Hindernifs w
gänzlich beseitigt, nachdem Volta das Verhalten der hyd
elektrischen Säule aufgefunden hatte, indem die hierdurch
zeugte Elektricität vollkommene Leiter auf die gröfsten E
fernungen in unmefsbar kurzer Zeit durchläuft und dabei d
noch eine so geringe Spannung hat, dafs ein blofses Ueb
spinnen der Leitungsdrähte mit Seide genügend isolirt, so
eine willkürliche Menge so zubereiteter Drähte neben einan
ja sogar zusammengebunden, von einer Station zur and
fortgeführt als ebenso viele Leiter besonderer elektrischer St
me dienen können. Dieser Umstand bewog S. Th. Sömm
ring[1], den Plan zu einem elektrischen Telegraphen vollst
dig auszudenken, im Modelle durch Drähte bis auf 2000 F
Länge auszuführen und vor der Akademie in München
Möglichkeit einer solchen Vorrichtung durch Versuche dar
thun. Da (von jetzt an) gewifs nie eine praktische Anw
dung von diesem Vorschlage gemacht werden wird, so gen
es, nur die Sache im Allgemeinen zu bezeichnen. Sömm
ring vereinigte anfangs 35, nachher nur 27 feine, mit Se
umsponnene Messingdrähte in ein Seil, welches dann bei
wirklichen Ausführung in einem Canale unter der Erde fo
geführt werden mufste, wobei die einzelnen Drähte an
Enden dieses Seiles frei und getrennt blieben. Auf der ers
der beiden telegraphischen Stationen sollte ein hinlaufen
und ein zurückkehrender Draht mit den entgegengesetzten P
len einer Volta'schen, zur Wasserzersetzung hinlänglich st
ken Säule in Verbindung gesetzt worden, auf der andern S
tion aber, wohin man eine Depesche zu telegraphiren be

1 Münchener Denkschriften Th. III. Im Auszuge in Schweigg
Journ. Th. II. S. 217.

htigte, tauchten die Enden dieser Drähte in geeignete Ge-
se mit Wasser und zersetzten dieses in Folge des durchge-
teten elektrischen Stromes. Hat man eine hinlängliche An-
hl solcher Gefäfse, deren jedes einen gewissen Buchstaben
er eine Zahl oder ein sonst geeignetes Zeichen bedeutet,
ıd werden die hierzu gehörigen Drahtenden auf der ersten
ation mit den Polen der Volta'schen Säule verbunden, so
ben diejenigen Gefäfse, worin sich die Wasserzersetzung
igt, an sich und durch die Reihenfolge, wie diese beginnt,
e gewünschten Zeichen, die dann, wenn sie nicht Buchsta-
n, sondern willkürliche Zeichen bedeuten, als Geheimschrift
enen können. Die Zahl der hierzu erforderlichen Drähte
ird dadurch bedeutend vermindert, dafs man zur Zurückfüh-
ıng des elektrischen Stromes für alle, denselben zur zweiten
ation hinleitenden, nur eines einzigen Drahtes bedarf. Für
le diejenigen, die mit den Gesetzen der Fortpflanzung des
ektrischen Stromes bekannt sind, mufs klar seyn, dafs unter
oraussetzung einer möglichen genügenden Isolirung solcher
nter der Erde hinlaufender Drähte die Ausführung dieses Vor-
chlags allerdings möglich sey und dafs daher die von Praet-
orius [1] dagegen gemachten Einwendungen durchaus nur auf
änzlicher Unkenntnifs der Sache beruhn.

Sobald Oersted's glänzende Entdeckung des Elektroma-
netismus bekannt geworden war und man wufste, dafs eine
n *Multiplicator* [2] frei schwebende Magnetnadel durch den
lektrischen Strom bis zu 90° aus dem magnetischen Meri-
iane abgelenkt wird und noch obendrein, je nach der Rich-
ung dieses Stromes, entweder östlich oder westlich, lag der
Gedanke sehr nahe, statt der Wasserzersetzung dieses Mittel
zur Telegraphie anzuwenden. Sofern aber die Construction
les Sömmerring'schen Telegraphen allgemein bekannt war und
ıuch beim elektromagnetischen Telegraphen die Leitungsdrähte
len wesentlichsten Theil bilden, die verschiedene Combina-
ion der möglichen Zeichen aber nicht wichtig genug ist und
ich zu leicht von selbst darbietet, als dafs sie ein Gegenstand
rnster Forschungen werden sollte, so konnten nur beiläufige
Aeufserungen über dieses Problem bekannt werden, deren Auf-

---

1 G. XXXIX. 116. Vergl. S. 478.

2 S. Art. *Multiplicator*. Bd. VI. S. 2476.

suchung nicht die Mühe lohnt. Daher wird es genügen, gen anderweitiger grofser Verdienste dieses Gelehrten hier bemerken, dafs schon am 12. Febr. 1830 Ritchie der L doner Societät gelegentlich anzeigte, Ampère habe die I hungen der Magnetnadeln durch den elektrischen Strom Mittel zum Telegraphiren in Vorschlag gebracht. Denn können zwei Gelehrte genannt werden, welche diesem I bleme eine gröfsere Aufmerksamkeit gewidmet und dass bis auf den Standpunct gebracht haben, auf welchem es gegenwärtig befindet; beide haben sich nicht blofs mit th retischen Angaben begnügt, sondern jeden Theil der Aufg sogleich praktisch und obendrein in einem grofsen Mafss in Anwendung gebracht, und da das Problem nicht blofs in essant, sondern auch wegen beabsichtigter Anwendung d selben im Grofsen von höchster Wichtigkeit ist, so lohnt es der Mühe, den verschiedenen, von beiden betretenen V näher zu bezeichnen.

Die im Multiplicator aufgehangene Magnetnadel wird se durch einen schwachen elektrischen Strom in Bewegung setzt, ohne dafs aus ihrer Gröfse dabei ein merkliches H dernifs erwächst, denn Gauss hat namentlich gezeigt, dafs 25 Pfund schwere Magnetometer auf der Sternwarte durch nen einfachen Volta'schen Apparat, aus einer 1,5 Z. im Dur messer haltenden Kupferplatte und einer gleich grofsen Zi platte bestehend, mit zwischengelegter, in destillirtes Wa getauchter Papierscheibe, um viele Grade abgelenkt wird, gleich der Strom den aus 1500 Fufs Kupferdraht bestehen Riesen-Multiplicator durchlief. Handelt es sich daher die Art des elektrischen Stromes, durch welchen die zum legraphiren bestimmte Nadel in Bewegung gesetzt werden so könnte dazu ein durch eine der vier bekanntesten Met den erzeugter benutzt werden, nämlich ein reibungselek scher, ein thermoelektrischer, ein hydroelektrischer und magnetoelektrischer. Es haben zwar die neuesten Versu von Gauss[1] bewiesen, dafs die im physikalischen Cabin zu Göttingen erzeugte Reibungs-Elektricität die mehr als e Meile lange Drahtlänge bis zum Observatorium durchlief

---

1 Ich hatte das Glück, im Herbst 1837 diese Versuche selbst anzusehen

sämmtlichen zwischenliegenden Magnetometer in Bewegung
te (eine bedeutende Erweiterung des bekannten *Colladon'-
en Versuches*); auch oscillirte das Magnetometer der Stern-
te, als ein von Gauss eigens aus Eisen- und Platin-
hten construirter thermoelektrischer Apparat in den Kreis
genannten Multiplicators gebracht und blofs mit der Hand
värmt wurde; dennoch aber wird man sich zum Telegra-
ren weder der Reibungs- noch der Thermo-Elektricität be-
nen, sondern die weit bequemeren und sicherrn der Vol-
chen Säule und der Induction wählen. Beide Arten sind bei
bisherigen Proben in Anwendung gebracht worden, und ob-
ich noch keine Entscheidung vorliegt, welcher der Vorzug
bühre, so wird es doch erlaubt seyn, ihre Eigenthümlich-
ten näher anzugeben und dadurch mindestens etwas zur
gründung eines solchen Urtheils beizutragen.

Der Baron Schilling v. Canstadt[1] darf wohl als der-
ige genannt werden, welcher das Problem der elektroma-
etischen Telegraphie zuerst und mit gröfstem Eifer bearbei-
t hat. Während seiner Anwesenheit in München bei der
is. Russischen Gesandtschaft zur Zeit, als Sömmerring das
oblem der Telegraphie bearbeitete, wurde er mit dieser
ifgabe vertraut, und es war daher natürlich, dafs er bald
ch Oersted's Entdeckung und hauptsächlich, nachdem man
e Construction und Wirkungen der Multiplicatoren erkannt
tte, auf den Gedanken verfiel, die durch den elektrischen
rom bewirkten Abweichungen einer Magnetnadel zum Tele-
aphiren zu benutzen. Ohne hierbei auf unwesentliche Spe-
ilationen einzugehen, fafste er das Hauptproblem scharf ins
uge, nämlich die Frage, ob der elektrische Strom ohne nach-
heilige Schwächung weite Strecken durchlaufen könne, und
berzeugte sich hiervon durch Versuche auf seinem Gute, wo-
ei die Länge des angewandten Drahtes mehrere Werst be-
ug. Hinsichtlich der Chiffern blieb er vorerst bei der An-

---

1 Es hat mir grofses Vergnügen gemacht, diesen mit unglaub-
ch vielseitigen Kenntnissen ausgerüsteten Gelehrten, Mitglied der
kademie zu Petersburg, zugleich auch viel bewandert in den höhe-
en Geschäften des Staatslebens, bei der Versammlung der Naturfor-
cher zu Bonn kennen zu lernen und von ihm mündlich die Haupt-
ache des hier Mitgetheilten zu entnehmen. Leider ist er seitdom
erstorben.

wendung einer einzigen Nadel stehen, wohl wissend,
vermittelst einer sich von selbst und fast ohne alles Nach
ken darbietenden Verbesserung leicht mehrere Nadeln n
einander gestellt und durch ebenso viele abgesonderte R
phore, für welche insgesammt nur ein einziger zurückfüh
der Draht genügte, bewegt werden könnten, um die
reichsten Combinationen zu erhalten. In dieser Bezie
neigte er sich am meisten zu der Idee hin, blofs Zahle
telegraphiren, die sich auf ein Chiffern-Lexikon beziehn
ten, worin die den einzelnen Zahlen zukommenden W
verzeichnet wären[1]. Unter den vielfachen, hierbei mögli
Vorschlägen sey es erlaubt, nur einen etwas näher zu
schreiben. Gesetzt man wählte 5 Nadeln, jede nach der
ter zu beschreibenden Einrichtung mit zwei Ziffern, au
der Seite eine, versehen, so hätte man die neun einfa
Zahlzeichen nebst der Null zur Disposition und kö
diese von den Einheiten an bis zur vierten dekadischen
nung combiniren, so dafs auf jeden Fall eine mehr als
reichende Menge von Zahlen zur Bezeichnung der im Chi
Wörterbuche nöthigen Worte vorhanden wäre. Stellen
uns aber vor, dafs durch Erzeugung eines elektrischen S
mes auf der einen Station entweder eine oder mehrere,
fünf der genannten Nadeln, auf der zweiten Station be
würden, so gäben die sich gleichzeitig drehenden Scheiben
erforderliche Zahl an, welche der Beobachter blofs aufsc
ben müfste, damit das Telegraphiren schneller bewerk
ligt würde und die gegebenen Zeichen ihm selbst unbek
blieben, indem deren Aufsuchung dem Dechiffreur an
fiele.

Die Art der Elektricitäts-Erzeugung, welche Schil
v. Canstadt anwandte, war die hydroelektrische und die
thode der Anwendung die einfachste, wie sie sich gleich

---

1 Prof. Morse beschäftigt sich seit einigen Jahren mit ele
telegraphischen Versuchen, wobei er die hydroelektrische Säule
wendet. Die schnell sich folgenden Oscillationen bezeichnen Za
welche dekadisch zusammengehören, wenn sie in kurzen Interv
einander folgen. Sie beziehn sich auf ein telegraphisches W
buch, worin die den Zahlen zugehörigen Worte enthalten sind
Silliman Amer. Journ. T. XXXIII. p. 185.

selbst darbietet, und die ich blofs deswegen näher be-
eibe, weil man sich derselben am bequemsten bei der An-
ng kleiner Modelle von Telegraphen in den physikalischen
inetten bedienen kann, um die Einfachheit und Sicherheit
r so viel versprechenden Erfindung anschaulich zu machen.
sey AB ein schweres Klötzchen mit einem verticalen höl- Fig. 9.
nen Stäbchen gg, mit einem durch die Säge gemachten
schnitte, um die beiden Platten Kupfer und Zink k und z
zwischenliegendem feuchtem Leiter einzuklemmen. Fafst
der Telegraphirende die beiden Enden Kupferdraht a
b jedes in eine Hand, und berührt damit die beiden
eiben in derjenigen Lage, welche die Zeichnung angiebt,
geht der elektrische Strom bekanntlich vom Kupfer durch
Draht und den mit ihm verbundenen, auf der zweiten
ion befindlichen Multiplicator, dann wieder zurück bis
Zink, und die im Multiplicator aufgehangene Magnetna-
wird eine östliche Abweichung erhalten, wenn die erste
ndung des Multiplicators über ihr hinläuft; kreuzt aber der
egraphirende die Drähte und berührt er die Scheiben von
andern Seite, so wird eine westliche Abweichung erfol-
. Gleich einfach ist die Einrichtung der Scheiben, womit
Signale gegeben werden. Die Magnetnadel hängt an ei- Fig. 10.
ungezwirnten Seidenfaden, wie man diese Seide bei den
pfmachern oder Posementirern leicht erhält. Diese Fäden
mit dem oberen Ende an einen geeigneten Träger gebun-
, mit dem unteren aber an dem hölzernen Stäbchen oder
Messingdrahte $\beta\beta$, $\beta'\beta'$ festgebunden, auf welchem die
gnetnadel NS, N′S′ festgesteckt ist. Auf dem obe-
Ende dieser kleinen Stange ist eine etwa 1,5 bis 2 Zoll
Durchmesser haltende Scheibe von Kartenpapier A, A′ so
estigt, dafs sie sich mit demselben, durch Reibung festge-
en, zugleich dreht, zugleich aber in eine für den Beobach-
geeignete Lage gestellt werden kann, so dafs sie bei ru-
der Nadel ihm die scharfe Seite zukehrt, bei einer östli-
n oder westlichen Abweichung derselben aber die eine oder
andere Fläche zeigt. Auf diesen Flächen ist auf der ei-
ein verticaler, auf der andern ein horizontaler Balken ge-
hnet, beide schwarz, wenn die Scheibe waifs ist, oder
gekehrt; auch bedarf es kaum der Bemerkung, dafs statt
ser beliebige andere Zeichen, zum Beispiel auch nach der



oben angegebenen Einrichtung auf 5 Scheiben 0 und 5, 1
6, 2 und 7, 3 und 8, 4 und 9 gewählt werden kön
Zur noch näheren Bezeichnung der ganzen Vorrichtung
lich möge auch die Zeichnung des Kästchens mit dem
tiplicator und der darin aufgehangenen Nadel dienen, wie
Fig. 11. ses im verticalen Durchschnitte dargestellt ist. Die Nade
und der sie umgebende Multiplicator sind für sich klar,
sieht man die Drahtenden des letzteren, die durch den D
in die Höhe gehn. Nach der von Schilling v. Cans
gewählten Einrichtung befanden sich diese Enden in k
hölzernen Bechern p mit Quecksilber; da aber durch
Gauss und Andere bewiesen worden ist, dafs blofse meta
Berührung genügt, so ist es besser, diese Enden im Decl
festzuklemmen, dafs man die Enden der Rheophore neb
einsteckt und somit metallische Berührung hervorbringt,
durch zugleich die Erzeugung eines isolirenden Oxydüb
der Drahtenden in Folge ihrer Amalgamirung vermieden
Die Scheibe A in ihrer Ruhe und bei der angenommenen
lung der Nadel im magnetischen Meridiane zeigt dem
achter ihre scharfe Seite; wenn aber die Nadel durc
elektrischen Strom abgelenkt ist, so wird die eine od
andere Fläche mit dem darauf befindlichen Zeichen de
obachter zugewandt. Damit jedoch die Nadel bei eine
keren elektrischen Erregung nicht um ihre verticale Axe
nem ganzen Kreise einmal oder mehrmal herumgeschl
werde, mufs irgendwo eine kleine Strebe aufgerichtet w
welche die Nadel hindert, mehr als 90 Grad abzuw
Endlich zeigt die Figur den kleinen Telegraphen, wie d
Beobachten der auf der ersten Station gegebenen Zeiche
gerichtet ist, man übersieht aber bald, dafs auch die
enden k und z aus ihrer Verbindung mit den Ende
Multiplicators genommen und nach der oben beschriebene
thode mit der Zink- oder Kupferplatte der einfachen
schen Säule in Berührung gebracht werden können, u
der zweiten nach der ersten Station, wo sich ein gleich
parat befindet, rückwärts zu telegraphiren.

Man ersieht aus dieser Darstellung, dafs die ganz
gabe des Telegraphirens auf die angegebene Weise im
sten Grade einfach ist und selbst durch solche Persone
richtet werden kann, die von physikalischen Gesetzen u

ron der Operation, die sie mechanisch nach Anweisung
chten, gar keine Kenntnifs haben, wie denn auch wirk-
SCHILLING v. CANSTADT seinen ganz ungebildeten Be-
ten als Gehülfen bei seinen Versuchen gebrauchte. GAUSS,
:her bei seinen erschöpfenden Untersuchungen über den
netismus die Operation des Telegraphirens, als unmittel-
zum Elektromagnetismus gehörend, nicht unbeachtet lassen
ıte, behandelte die Aufgabe mehr aus dem eigentlich wis-
chaftlichen Standpuncte, wohl wissend, dafs die aus ei-
genauen Kenntnifs der Sache demnächst zu entnehmen-
praktischen Hülfsmittel sich seiner Zeit von selbst schon
en würden. Durch eine Drahtleitung vom physikalischen
nette in der Stadt aus bis zur Sternwarte und zurück,
it einer Menge von zwischenliegenden Drähten, deren ganze
ge weit über eine geographische Meile beträgt, wurde zu-
das Verhältnifs der Länge des Leitungsdrahtes zur Stärke
erregten Elektricität ausgemittelt, und als Resultat die
erzeugung gewonnen, dafs der elektrische Strom sich auf
e Weise bis zu den gröfsten Entfernungen, die man für
en Zweck nur verlangen kann, fortpflanzen lasse, so dafs
Verbindung von Petersburg und Paris durch dieses Mittel
ıt aufser dem Bereiche der Möglichkeit liegen würde. Zu-
hst kamen dann die Mittel der Elektricitäts-Erregung zur
ersuchung. Hierbei konnte es dem scharfsinnigen Forscher
ıt entgehn, dafs die einfache hydroelektrische Säule sich
bequemstes Mittel sogleich darbietet, wobei dann das Re-
at des bereits erwähnten Versuches, wonach zwei nur kleine
tten, durch eine mit reinem Wasser getränkte Papierscheibe
bunden, schon zur Ablenkung der gröfsten Magnetnadel
ıügen, als unerwartetes Ergebnifs zum Vorschein kam; al-
dabei liefs sich bei tieferem Eingehen in das Wesen der
gabe nicht verkennen, dafs der durch einen Stahlmagnet
eugte elektrische Strom insofern einen Vorzug verdient,
dieser (bei gehöriger Behandlung) im Verlaufe einer län-
en Zeit nicht geschwächt wird und daher im Anfange und
tgange stets von gleicher Stärke zu erhalten ist. Da aber
jetzt bei einer etwa beabsichtigten Anwendung im Grofsen
t noch eine andere Schwierigkeit zu beseitigen ist, wie wir
ld sehen werden, und aufserdem die neueren Erfahrungen
gten, was für mächtige elektrische Ströme durch kräftige

Magnete erregt werden können, so abstrahirte GAUSS v
Hand von der Aufsuchung einer zur Erregung der Ma
Elektricität für diesen speciellen Fall geeigneten Maschi
wie der zu wählenden Chiffern, weil diese Aufgaben k
wegs unüberwindliche Schwierigkeiten in den Weg lege
den, und verfolgte einstweilen erst anderweitige wissen
liche Forschungen. Inzwischen brachte er eine Metho
Telegraphirens vermittelst Magneto-Elektricität in Anwe
die wegen ihrer Einfachheit, Eleganz und Vollständigke
zugsweise Beachtung verdient, wenn sie gleich geübte
perimentatoren erfordert und für blofs mechanische A
sich nicht eignet.

Fig. 12. Das Magnetometer[1] von GAUSS besteht bekanntli
einem 18 bis 36 Zoll langen, 3 bis 6 Lin. dicken und
24 Lin. breiten Magnetstabe, welcher vermittelst des
chens CC entweder mit der breiten oder der schmale
aufliegend und so, dafs diese Lagen gewechselt werde
nen, an einem im Torsionskreise BB befestigten Faden
schwebend aufgehangen ist. Das Schiffchen ist deswege
Umlegen des Magnetes eingerichtet, damit man den S
genau mit seiner Ebene perpendiculär auf die magn
Axe des Stabes richten kann, und der Torsionskreis die
zu, statt des Magnetes einen diesem gleich gestaltete
singstab, den sogenannten *Torsionsstab*, einzulegen und
durch Umdrehung des Torsionskreises in den magne
Meridian zu bringen, wodurch die Torsion des tragend
dens oder Drahtes aufgehoben wird. Bei bedeutender
10 bis 12 Fufs betragender Höhe und grofsem Gewicl
Magnetstabes wählt man zum Aufhängen einen Eisendra
etwa doppelt so grofser Tragkraft, als das Gewicht des
beträgt, im entgegengesetzten Falle und bei weitem an
figsten eine Kette von Cocon-Fäden oder ungezwirnte
denfäden, indem man diese um zwei einander parallele,

---

1 Da dieser merkwürdige Apparat im Art. *Magnet* blofs
gemeinen beschrieben, aber nicht gezeichnet worden ist, so h
dieses um so mehr hier nach. Eine detaillirte Beschreibung
man in: Resultate aus den Beobachtungen des magnetischen
im Jahre 1836. Herausgeg. von CARL FRIEDRICH GAUSS und W
WEBER. Gött. 1837.

zwei Fuſs von einander abstehende Glasstäbe wickelt, n die so erhaltenen Glieder herabzieht und durch bloſses bereinanderhängen verbindet, wobei die so gebildete Kette h nur etwa die doppelte Stärke des zu tragenden Gewich- haben muſs. An dem einen Ende des Magnetstabes wird Spiegelhalter FF mit seiner Hülse E aufgesteckt und durch Klemmschrauben, zwei an jeder schmalen Seite und zwei r der breiteren befindliche, in gehöriger Lage festgehalten; ei Paare Correctionsschrauben, wovon nur das eine *vv* in Zeichnung sichtbar ist, gestatten dann, den zwischen den Nuthen verschiebbaren Klemmschrauben kkk festgehaltenen iegel ss mit seiner Ebene auf die magnetische Axe des Sta- perpendiculär einzustellen. Um endlich den Magnetstab den Fall, daſs die Declination sich im Laufe der Zeit rklich ändern sollte, in einer auf den magnetischen Meri- n senkrechten Richtung bewegen, zugleich auch die unaus- iibliche Verlängerung des ihn tragenden Fadens bequem cor- giren zu können, ist eine sinnreich ausgedachte, auch bei r anfänglichen Herstellung des Apparats sehr nützliche Vor- :htung gewählt. Ein Bret AA mit einer Nuth wird an der ecke des Zimmers festgeschraubt. In der Nuth ist die Leiste D in einer auf den magnetischen Meridian lothrechten Rich- ng verschiebbar und wird nach Herstellung der erforderli- en Lage durch eine seitwärts angebrachte hölzerne Klemm- hraube festgestellt. Von der Leiste gehn die beiden mes- ngnen Träger E und E′ herab, in denen die Schraube T efestigt ist, über deren Windungen sich der tragende Faden gt, und indem die Schraube mit ihrem Gewinde sich in dem inen Träger E′ stets ebenso viel vorwärts oder rückwärts :hraubt, als der Faden nach der entgegengesetzten Seite wei- er rückt, so bleibt letzterer unverrückt an seinem ursprüng- chen Orte. Im magnetischen Meridiane, dem Spiegel ge- enüber, in gehöriger Entfernung[1], befindet sich die Scale SS nit umgekehrten Zahlen, damit ein gerades, vom Spiegel re- ectirtes Bild im Fernrohre F gesehen werde. Vor dem Ob- ective des Fernrohrs endlich hängt an einem dünnen dunk- en Faden ein kleines Senkel herab, so daſs dieser Faden,

Fig. 13.

Fig. 14.

---

1 Die normale für die correspondirenden Beobachtungen beträgt 5 Meter von der Mitte der Dicke des Spiegels bis zur Scale.

welcher die Scale genau berührt und zugleich durch die g
metrische Axe des Fernrohrs geht, mit dem Faden, w
der Magnetstab hängt, parallel, sich zugleich in der El
des magnetischen Meridians befindet, die magnetische Axe
Stabes schneidet und eine Abtheilung der Scale unverän
lich bezeichnet, von welcher das Magnetometer bei seinen
aufhörlichen Schwankungen östlich oder westlich abwe
Der Sicherheit wegen hängt der Magnetstab in einem Ka
durch dessen beweglichen, aus zwei Theilen zusamme
setzten Deckel der Faden durch eine nicht grofse, vermi
kleiner Deckel noch obendrein gegen Staub geschützte O
nung herabhängt und welcher dem Fernrohre gegenüber
eine Oeffnung etwa von der Gröfse des Spiegels hat, um
von letzterem reflectirten Scalentheile abzulesen. Dafs
lich das Fernrohr mit einem Fadenkreuze versehn seyn m
um vermittelst des verticalen Fadens desselben die Scalentl
scharf zu bezeichnen, darf blofs bemerkt werden.

Hat man eine deutliche Vorstellung von der Schärfe,
welcher die Oscillationen eines so eingerichteten Magnets
sich beobachten lassen, so ist es nicht schwer, die sinnre
Art, wie Gauss diesen Apparat zum Telegraphiren ben
klar zu übersehn. In dem Kasten des Magnetometers is
beiden Seiten des Stabes ein Rahmen befestigt, dessen b
Theile an dem Ende, wo sich der Spiegelhalter befindet,
bis vier Zoll von einander abstehn, am andern Ende aber
berühren. Um eine Rinne in den äufseren Kanten dieses
mens ist der Draht des Multiplicators so gewunden, dafs
Stab, von diesen Windungen umgeben, zwischen ihnen o
lirt. Man begreift bald, dafs auf gleiche Weise, als die
ringsten Schwankungen des Magnetes in Folge des langen
dius ausnehmend vergröfsert im Fernrohre wahrgenom
werden, auch die östlichen und westlichen Abweichungen
selben, wenn ein elektrischer Strom den Multiplicator du
läuft, sofort wahrnehmbar seyn müssen. Bis soweit ent
sich jedoch die Einrichtung nicht von der gewöhnlichen
bekannten; überraschend aber wegen der Mannigfaltigkeit
Zeichen, welche Gauss durch die einfachsten Mittel zu
halten wufste, ist diejenige Art des Telegraphirens, dere
sich gewöhnlich bedient. Der Magnetstab ist zwar nie a
lut ruhig, sondern oscillirt in Folge der unausgesetzten V

der Declination fortwährend, allein diese Oscillationen sind
sam, indem eine jede Schwingung grofser Stäbe 20 bis
Secunden dauert; wenn aber ein elektrischer Strom den
tiplicator durchläuft, so zeigt sich vermittelst dieser Vor-
tung augenfällig, dafs die auf den Magnet hierdurch her-
gebrachte Wirkung nur auf ein verschwindendes Zeitmo-
nt beschränkt ist, denn die Bewegung ist eine augenblick-
e, gleichsam ein Zucken, wodurch der Magnetstab plötz-
zur Seite gestofsen wird. Ist dann die elektrische Erre-
g gleichfalls eine momentane, sofort wieder aufhörende, so
mt auch der Magnetstab nach der beobachteten Zuckung
der zur Ruhe oder zu seinen gewöhnlichen Oscillationen
ick; allein man begreift bald, dafs diese Zuckungen sich
beliebig kurzen Intervallen wiederholen müssen, sobald es
glich ist, die elektrischen Erregungen auf gleiche Weise
wiederholen. Man kann zwar leicht mit der von Schil-
g v. Canstadt gebrauchten Scheibe die einzelnen Dre-
ngen ziemlich schnell wiederholen und diesemnach mit ei-
einzigen eine hinlängliche Menge von Combinationen er-
ten, wenn man z. B. das Erscheinen des verticalen Strei-
durch A, des horizontalen durch B, zwei folgende des
ticalen durch C, zwei des horizontalen durch D u. s. w. be-
chnet oder noch einfacher diese Combinationen als Zahlen
rachtet, allein dieses ist auf jeden Fall länger dauernd und
chter Verwirrung erzeugend, als die sogleich zu beschrei-
nde sinnreiche Methode. Wenn man die der westlichen
weichung des Magnetstabes zugehörenden, mit der Zahlen-
he der Scalentheile fortlaufenden Zuckungen durch +, die
tgegengesetzten durch — bezeichnet, so kann man eine be-
bige Menge zu + oder zu — gehörige auf einander folgen
er beide mit einander wechseln lassen und hat auf diese
eise eine genügende Menge von Combinationen unmittelbar
geben. Die Aufgabe kommt also darauf zurück, elektrische
röme in möglichster Schnelligkeit nach einander zu erregen;
nn die dadurch erzeugten Zuckungen sind so auffallend, dafs
von jedem, wenn auch ungeübten, Beobachter leicht und
nau erkannt werden.

Der Methoden, um durch einen Stahlmagnet einen elek-
ischen Strom zu erzeugen, giebt es verschiedene, und da
ieser Zweig der Wissenschaft noch neu ist, so läfst sich er-

warten, daſs die hierzu geeigneten Vorrichtungen noch z
reiche Verbesserungen und Vervielfältigungen erhalten
den; auf jeden Fall ist noch keine Maschine bekannt,
hierfür allgemein als die tauglichste angesehn würde. S
daher unser Werk zunächst nicht dazu bestimmt ist, N
aufzusuchen, sondern vielmehr das Bekannte systematisch zu
menzustellen, kann die Bestimmung einer hierzu am me
geeigneten Vorrichtung nicht eigentlich gefordert werden;
zwischen wird man es nicht überflüssig finden, wenn ich aus
bisher bekannt Gewordenen einige hierauf bezügliche I
angebe. GAUSS wendet ein neues und ihm eigenthümli
für seine Zwecke sehr geeignetes Verfahren an. Ein
Fig. 15. zwei starke magnetische Stahlstäbe SS, jeder 25 Pfund
darüber schwer, stehn lothrecht in einer Art Schemel, mit
Nordpole die Erde berührend. Die obere Platte des Sche
welche fast bis in die Mitte der Stäbe reicht, ist zur Verhü
des harten Aufstoſsens gepolstert, was jedoch begreiflich
Wesen der Sache nicht gehört. Auf diese Stäbe ist ein
zerner Rahmen rr mit zwei starken Handhaben gescho
um welchen übersponnener Kupferdraht von geeigneter D
in hinlänglich zahlreichen, vielen Windungen gewickel
und dessen Weite eine schnelle Bewegung auf den St
gestattet. Die beiden Enden des Drahtes führen vermi
dünnerer Verbindungsdrähte bis zu den Enden des Mult
cators, in welchem das Magnetometer frei schwebt. Bef
sich der Rahmen mit dem umgewundenen Kupferdrahte,
einem Worte der *Inductions-Multiplicator*, in der Mit
Ruhe, so kommt bekanntlich keine Inductionselektricität
Vorschein, bewegt man ihn aber schnell zum Südpole
überhaupt nach einem Ende hin, so entsteht im Inducti
Multiplicator ein elektrischer Strom, welcher den elektrischen
tiplicator durchläuft und den Magnetstab desto stärker zur
weichung bringt, je schneller und über einen je läng
Raum des Magnetstabes man den Rahmen hinführt.
scheint, als gebe ein möglichst schnelles Herabziehen des
ductionsmultiplicators vom Magnetstabe über eines seiner
den (Pole) hinaus die Grenze der Stärke eines solchen ele
schen Stromes; allein sie läſst sich vielmehr noch verdop
wenn man die Fertigkeit besitzt, den schnell über das E
des Magnetstabes hinausgehobenen Inductionsmultiplicator el

rasch in der Luft umzukehren und wieder über den Pol
Magnetstabes zurückzuführen. Es folgt dieses zwar aus
Natur der Sache von selbst, allein eben diese einfachsten
fgaben werden meistens am spätesten gelöst. GAUSS hat
indefs in der Anstellung des angegebenen Experiments zu
ıer solchen Fertigkeit gebracht, dafs der dadurch erzeugte
ktrische Strom nicht blofs das Magnetometer in übergrofse
hwankungen versetzt, sondern auch ganz eigentlich uner-
glich auf die Nerven, namentlich des Gesichtes, wirkt. Aus
n Mitgetheilten folgt von selbst, dafs die durch eine Be-
gung des Inductionsmultiplicators erzeugte Wirkung durch
e unmittelbar und gleich schnell in entgegengesetzter Rich-
ıg folgende wieder aufgehoben, folglich durch beide ver-
ıt das Magnetometer vielmehr zur Ruhe gebracht wird; wenn
ın dagegen nach der ersten Bewegung einen Augenblick ruht,
die Zuckung des Magnetometers deutlich wahrgenommen worden
, dann eine Bewegung in entgegengesetzter Richtung macht,
wird dadurch eine Zuckung in entgegengesetzter Richtung
zeugt, und hieraus folgt dann von selbst, da eine schnelle
ewegung über einen nicht sehr grofsen Theil des Magnet-
ıbes schon hinreicht, um eine Zuckung hervorzubringen,
fs man eine grofse Zahl auf einander folgender Zuckungen
ld nach der einen, bald nach der andern Seite hin erzeugen
d durch Combination derselben die Zeichen nach Belieben
rvielfältigen kann.

Sonstige zum Telegraphiren durch Magneto-Elektricität
eignete Vorrichtungen finde ich nicht angegeben, es folgt
ıer von selbst, dafs dazu alle diejenigen dienen können, die
ır schnellen Erzeugung eines momentanen elektrischen Stro-
es geeignet sind; zunächst könnte man dazu also die von
ARADAY angegebene Trommel oder irgend einen der bereits
eschriebenen[1] magnetoelektrischen Apparate oder die durch
AXTON und durch CLARCKE angegebenen Maschinen[2], unter
ehöriger Modification, verwenden. Weil aber keine bisher
ekannt gewordene Construction solcher Maschinen einen kräf-
gern magnetoelektrischen Strom erzeugt, als die durch v. ET-

1 S. Art. *Magnet*; *Magneto-Elektricität*. Bd. VI. S. 1167.

2 London and Edinburgh Philos. Magazine. N. LIV. p. 262. N.
.V. p. 360.

TINGSHAUSEN bei der Versammlung der Naturforscher u
Aerzte zu Prag vorgezeigte, und leicht ein Mechanismus au
finden seyn würde, um den Anker mit dem Inductionsmu
plicator schnell unter die Pole der Magnete zu stofsen u
darunter wegzureifsen, um einen momentanen elektris
Strom zu erzeugen, falls man diesem einen Vorzug vor ei
dauernden zu geben sich veranlafst fände, so theile ich
um so lieber eine Beschreibung derselben mit, als sie i
entschiedenen Vorzüge wegen allgemeiner gekannt zu we
verdient[1].

Fig. 16. A A ist ein eichenes Bret, mit einem ihm parallel l
fenden zweiten B B, zwischen denen ein aus zwei horiz
liegenden und zwei vertical stehenden Bretern bestehender K
sten vermittelst einer Holzschraube rück- und vorwärts
bewegen läfst. In dem Zwischenraume befindet sich die d
einen Würtel drehbare Scheibe, mit der Schnur ohne E
welche letztere zugleich um die kleine Scheibe am Anker g
schlungen ist und zur schnellen Umdrehung desselben
seine verticale Axe dient, wobei durch Zurückschrauben d
Behälters der grofsen Scheibe die Schnur gehörig gespannt w
den kann. Ein Träger T auf dem genannten obersten B
trägt das Tischchen m m, auf welchem die Magnete li
und welches man vermittelst der beiden Schrauben f f e
heben oder senken kann, um die oberen Enden des A
der unteren Fläche der magnetischen Hauptlamelle mehr zu
hern oder weiter davon zu entfernen. Die angewandten M
gnete können gröfser oder kleiner seyn; bei der beschrieb
Maschine haben die Schenkel aller Magnete 2 Par. Zoll B
und ebenso viel Abstand von einander. Unten liegt eine g
fse Lamelle von 18 Z. Länge und 6 Lin. Dicke, flach ü
ihr, beider Krümmungen sich deckend, eine zweite, 14
lang und 4 Lin. dick, und auf den hervorstehenden End
der unteren sind 6 bis 9 andere Lamellen, 12 Z. lang u
fast 3 Lin. dick, vertical aufgerichtet, so dafs durch Verei
gung aller gleichnamiger Pole die magnetische Kraft möglich
verstärkt wird. Die sämmtlichen Magnete werden durch d
Bret b b, mit einem am Ende desselben befindlichen Kaste

1 Die Zeichnung ist nach einem Exemplare gemacht, welches i
dem in Prag gesehenen hier nachbilden liefs.

dem Tischchen festgehalten, indem eine Schraube ss von Bretchen bb durch die Platte m des Tischchens herab- und die beiden grofsen Lamellen festklemmt, zwei an- Schrauben aber, von denen nur die eine ν in der Zeich- sichtbar ist, sämmtlich von Holz, in der hinteren Wand Kästchens k drehbar, die vertical stehenden Lamellen ge- vordere Wand des Kästchens drücken. Der wesent- Theil des Apparates ist der Anker. Dieser, massiv von ruht mit seiner konischen Spitze in einem Lager von speise, welches in das untere Bret eingelassen ist, folgt von unten aufwärts die kleine Rolle, über dieser die Spindel einen doppelten Conus, dessen kleinere Flä- zusammenstofsen und in einem Lager am oberen Brete mittelst zweier Schrauben so festgehalten werden, dafs ein Heben des Ankers in Folge der magnetischen An- unmöglich gemacht und somit ein unangenehmes Klap- vermieden wird. Hierüber befindet sich ein dickerer, Zoll hoher Theil α des Ankers, welcher die dem gan- mitgetheilte Elektricität annimmt und diese an den draht abgiebt. Die untere Hälfte des Theiles α ist bis, doch so, dafs die Spindel ihre gehörige Dicke be- weggenommen, damit die Wirkung der je zweiten Ver- der Inductionsmultiplicatoren mit dem Magnete weg- und damit die Umkehrung des elektrischen Stromes ver- wird, die obere Hälfte hat eine auf diesen Ausschnitt gerichtete Vertiefung, wie eine hohle Halbkugel von Radius, in welche der eine Leitungsdraht schlägt, um ken energischer hervorzulocken. Ueber diesem Theile ers befindet sich eine zweite Erhöhung β, die aus ei- Lin. dicken eisernen Ringe über einer Unterlage von besteht, wobei letzteres zur Isolirung dient. Der obere Balken des Ankers $\gamma\gamma$ ist für sich aus der Zeichnung, und in diesen sind dann die eisernen Cylinder ge-, die zu Trägern der Inductionsmultiplicatoren $\lambda\lambda$, von denen die einen Enden in zwei Löcher im Bal- festgesteckt sind, die andern im isolirten Ringe β. tlich der letzteren Vorrichtung unterscheiden sich die zu einer vollständigen Maschine gehörigen Anker. Der Quantitätsanker genannt, hat über dem Theile β noch Fortsetzung der Spindel, weil die Cylinder der Inductions-

Multiplicatoren nur eine Höhe von 13 Lin. haben. Um d
wird dicker übersponnener Kupferdraht von No. 1, nur 5 E
lang, unmittelbar gewunden. Dem zweiten Anker, Intensi
Anker genannt, weil er einer zusammengesetzten Volta'sc
Säule und weniger, als der erstere, der einfachen gleicht,
die Verlängerung der Spindel; der Balken $\gamma\gamma$ beginnt
über dem Stücke δ, die eisernen Cylinder sind so viel lä
und mit messingnen Hülsen versehn, zwischen deren E
scheiben der übersponnene Kupferdraht, 150 Ellen lang,
wunden ist. Wenn dann der Anker unter den Magneten sch
um seine verticale Axe gedreht und dadurch in den Inducti
Multiplicatoren Elektricität erregt wird, so strömt diese,
eine durch die zwei Enden der Drähte in den Balken $\gamma\gamma$
theilt sich dem ganzen Anker mit, die andere dagegen in
durch Holz isolirten Ring β. Es sind dann auf dem B
BB, rechts und links vom Anker und mit diesem in einer
ticalen Ebene befindlich, zwei kleine messingne Säulen δ
gerichtet, jede an ihrer Vorderseite mit 6 Löchern vers
um Drähte hineinzustecken, vermittelst kleiner Schrauben
zuklemmen, und wenn dann der Draht der einen Säule
dem nicht isolirten Theile α des Ankers, der Draht der
dern Säule aber mit dem isolirten Ringe β in Berührung
setzt wird, so geht die ungleiche Elektricität beider auch
die Säulen über und ein beide verbindender Draht dient d
als Rheophor. Am auffallendsten bei dieser Maschine ist,
die Isolirung blofs durch Holz bewerkstelligt wird, was
so mehr Bewunderung verdient, da der erregte elektri
Strom einen feinen Platindraht von etwa 0,05 bis 0,1 Lin.
augenblicklich zum Glühen bringt, eine den Anker berühre
Stahlfeder unter stetem Funkensprühen verbrennt und, du
geeignete Conductoren den Händen zugeführt, eine durch
unerträgliche, krampfhafte Zusammenziehungen erzeugende W
kung hervorbringt.

Nach dieser die mir bis jetzt bekannt gewordenen Th
sachen zusammenfassenden Uebersicht scheint es wohl aus
macht, dafs die Erregung der Elektricität durch einen Ma
für den Zweck des Telegraphirens doch die geeignetste s
dürfte, worüber indefs für eine wirkliche Ausführung im G
fsen erst eigens angestellte Versuche entscheiden müfsten,
in diesem Umstande liegt kein wesentliches, kaum ein

chtung werthes Hindernifs. Ebenso wenig wird es der heu-
n Technik schwer werden, einen bequemen Mechanismus
ufinden, die Enden der Leitungsdrähte mit der Quelle des
trischen Stromes in Berührung zu bringen, da man sie z.
nur durch Tasten an die Träger der Elektricität, bei einer
lta'schen Säule unmittelbar drücken könnte, wie bei den in
nchen, nach öffentlichen Blättern, durch STEINHEIL angestellten
graphischen Versuchen der Fall gewesen zu seyn scheint. Lei-
liegt aber noch ein gewichtiges und bis jetzt noch nicht besei-
es Hindernifs in einem andern Umstande. Wie lang nämlich die
tleitungsdrähte auch seyn mögen, so leiten sie den elektrischen
om nach den bisherigen Erfahrungen ungeschwächt, so lange
durch die Luft fortgeführt werden; gräbt man sie aber in
Erde, was doch für sehr weite Strecken unvermeidlich ist,
geht hierdurch die Isolirung verloren, mindestens soll die-
, wie mir gesagt wurde, das Resultat der Versuche im Gro-
n gewesen seyn, welche SCHILLING v. CANSTADT mit v.
CQUIN in Wien angestellt hat. Ob die Engländer, welche
zt mit der Anlage elektrischer Telegraphen ernstlich be-
äftigt sind, dieses Hindernifs bereits überwunden haben,
d ob das Mittel, welches WHEATSTONE auf der Linie von Bir-
ngham bis Manchester gewählt haben soll, nämlich Um-
ckelung der kupfernen Leitungsdrähte mit Caoutchuk, das
forderliche wirklich leistet, oder welche sonstige Substanzen
r Isolirung gewählt werden können, mufs die Zukunft ent-
heiden. Wenn man aber überlegt, wie viel durch diese Art
s Telegraphirens mit Leichtigkeit erzielt werden kann, in-
m man leicht durch einen geeigneten Mechanismus vermit-
lst einer bewegten Magnetnadel eine Vorrichtung in Bewe-
ng setzen könnte, um selbst einen schlafenden Beobachter
fmerksam zu machen, der dann sofort durch ein einfaches
ichen rückwärts andeutete, dafs er den Telegraphen beob-
hte, dafs man bei Tage und bei Nacht ohne irgend ein Hin-
rnifs der Witterung in unmefsbar kurzer Zeit die erforder-
chen Chiffern auf die gröfste Entfernung fortzupflanzen ver-
öchte, und wenn man hiermit die geringen Kosten von einigen
undert Centnern Kupferdraht (welcher wegen etwa fünffacher
eitungsfähigkeit den Vorzug vor dem Eisen verdient), die
ringfügige Arbeit des Eingrabens und die Einfachheit der an-
uwendenden Telegraphen zusammenstellt, so mufs man wün-

schen und hoffen, dafs die noch im Wege stehenden Hin
nisse durch glücklich aufgefundene Mittel bald beseitigt w
den mögen, damit die für die Wissenschaft so wichtige E
deckung des Elektromagnetismus auch in ihrer praktischen
wendung unerwartete Früchte trage.

M.

Teleskop.

Spiegelteleskop; *Telescopium*; Telesco
Reflector. So wird ein Fernrohr genannt, in welc
statt des Objectivglases *Spiegel* gebraucht werden.

Zur Beurtheilung der inneren Einrichtung dieser Telesk
müssen wir zuvor die hierher gehörenden Eigenschaften
Reflexion des Lichtes bei Spiegeln überhaupt kennen ler
so weit diese nicht schon oben[1] vorgetragen worden sind.
ginnen wir sogleich mit den sphärischen Spiegeln, d. h.
den polirten äufseren oder inneren Flächen der Kugelscha
deren Halbmesser wir gleich r setzen wollen, wenn von
inneren Fläche der Schaale oder von *Hohlspiegeln* die R
ist. Will man dann die so erhaltenen Ausdrücke auf die
fseren Flächen jener Kugelschaalen oder auf *convexe* sph
sche Spiegel anwenden, so wird man in jenen Ausdrücken
die Gröfse r negativ setzen, und ebenso wird man die A
drücke für *Planspiegel* erhalten, wenn man in den vorhe
henden die Gröfse r unendlich annimmt, so dafs wir dem
auf diese Weise diese drei Gattungen von Spiegeln, und
dere werden heutzutage nur selten mehr verfertigt, zugl
betrachten können.

A. Sphärische und ebene Spiegel.

Fig. 17. Sey MAM′ ein sphärischer Hohlspiegel, dessen Mi
punct C und dessen Halbmesser CA = CM = r ist. Sey
ner E ein leuchtender Punct, der in der Axe ACE des S
gels liegt und dessen Entfernung von dem Spiegel EA
ist. Der auf den Spiegel in M auffallende Lichtstrahl

1 S. Art. *Spiegel*. Bd. VIII. S. 920. *Hohlspiegel*. Bd. V. S. 50

werde vom Spiegel in der Richtung MF zurückgeworfen und dieser zurückgeworfene Strahl schneide die Axe im Puncte F. Man suche die Entfernung AF $= a$ dieses Punctes F vom Spiegel.

Da CM, der Halbmesser der Kugel, auf der Oberfläche desselben senkrecht steht, so ist EMC der Einfalls- und CMF der Reflexionswinkel, und beide Winkel sind bekanntlich einander gleich. Dieses vorausgesetzt geben die beiden Dreiecke EMC und CMF die Proportionen

$$a - r : r = \text{Sin. EMC} : \text{Sin. E}$$

und

$$r : r - a = \text{Sin. F} : \text{Sin. EMC},$$

also auch

$$a - r : r - a = \text{Sin. F} : \text{Sin. E}.$$

Nimmt man nun die Entfernung des Punctes M von der Mitte A des Spiegels gegen den Halbmesser desselben nur klein an, wie dieses bei allen katoptrischen Instrumenten in der That der Fall ist, und setzt man das Loth MP auf CA gleich x, so hat man, wenn man die vierten und höheren Potenzen von x vernachlässigt, was in beinahe allen Fällen eine mehr als hinreichende Näherung giebt,

$$AP = \frac{x^2}{2r}$$

und

$$\text{Sin. F} = \frac{PM}{FM} = \frac{x}{\sqrt{\left(a - \frac{x^2}{2r}\right)^2 + x^2}},$$

so wie

$$\text{Sin. E} = \frac{PM}{EM} = \frac{x}{\sqrt{\left(a - \frac{x^2}{2r}\right)^2 + x^2}}.$$

Substituirt man diese Werthe von Sin. F und Sin. E in dem vorhergehenden Ausdrucke

$$\frac{a - r}{r - a} = \frac{\text{Sin. F}}{\text{Sin. E}},$$

so erhält man

$$\frac{a - r}{r - a} = \sqrt{\frac{a^2 - \left(\frac{a - r}{r}\right) x^2}{a^2 + \left(\frac{r - a}{r}\right) x^2}}$$

oder, wenn man die Grössen unter dem Wurzelzeichen a

$$(a-r)\alpha-(r-\alpha)a=\frac{(r-a)(r-\alpha)}{2r}\left(\frac{1}{a}+\frac{1}{\alpha}\right)x^2,$$

woraus endlich für die gesuchte Distanz α des Punc folgt

$$\alpha=\frac{ar}{2a-r}+\frac{(r-a)(r-\alpha)}{2r(2a-r)}\cdot\left(\frac{1}{a}+\frac{1}{\alpha}\right)x^2 \ldots (I)$$

Diese Gleichung zeigt, dafs der Werth von α aus wesentlich von einander verschiedenen Theilen besteht, welchen der erste eine endliche Gröfse, der andere als eine unendlichkleine zu betrachten ist, wenn nämlich die fernung PM = x des äufsersten, auf den Spiegel falle Strahls von der Axe CA desselben oder wenn die soge *Oeffnung* des Spiegels gegen den Halbmesser r desselbe klein angenommen wird. Ist diese Oeffnung so klein, jener zweite Theil völlig vernachlässigt werden kann, ode trachtet man blofs die der Axe zunächst einfallenden, die *Centralstrahlen*, so giebt die letzte Gleichung

$$\alpha=\frac{ar}{2a-r}$$

oder

$$\frac{2}{r}=\frac{1}{a}+\frac{1}{\alpha} \ldots (II)$$

und diese Gleichung (II) giebt die Abhängigkeit der Grö a, α und r für die Centralstrahlen.

Ist a unendlich grofs, d. h. fallen die Strahlen, aus ein unendlich entfernten leuchtenden Puncte kommend, para mit der Axe auf den Spiegel, so ist nach der Gleichung (I

$$\alpha=\tfrac{1}{2}r$$

oder alle der Axe parallel und ihr sehr nahe einfallend Strahlen vereinigen sich nach der Reflexion in einer Entfe nung F vor dem Spiegel, die gleich dem halben Halbmes des Spiegels ist. Man nennt diesen Punct F den *Brennpu* und die Entfernung AF = ½r die *Brennweite* des Spieg Bezeichnet man also die Brennweite des Spiegels durch p, hat man

$$\frac{1}{p}=\frac{1}{a}+\frac{1}{\alpha}, \ldots (III)$$

lbe Gleichung, die man auch für die Refraction des Lichts
n Glaslinsen findet[1].

Die Gleichung (II) oder der Ausdruck

$$\alpha = \frac{a\,r}{2a - r}$$

ält die Erklärung aller Erscheinungen, welche man bei
en, hohlen und erhabenen sphärischen Spiegeln beobach-
wenn die Strahlen aus einer großen Entfernung kommen
der Axe sehr nahe einfallen; also

1) *Für den Hohlspiegel.* So lange 2a größer als r, ist
sitiv, oder die Strahlen vereinigen sich nach der Re-
on in einem Puncte der Axe, welcher vor dem Spiegel
A gen E liegt. Ist a gleich r, so ist auch $\alpha = r$, oder
n der leuchtende Punct im Centrum der Kugel liegt, so
n alle Strahlen nach der Reflexion wieder in dieses Cen-
ı zurück. Ist a kleiner als $\frac{1}{2}$r, oder liegt der leuchtende
ct zwischen dem Brennpuncte F und dem Spiegel A, so
α negativ, oder die Strahlen werden *divergirend* reflectirt,
ob sie aus einem Puncte hinter dem Spiegel kämen. Ist
lich a = AE negativ oder fallen die Strahlen convergi-
l auf den Spiegel, so ist α positiv oder sie vereinigen
nach der Reflexion in einem Puncte vor dem Spiegel.

2) *Für convexe Spiegel.* Für diese ist, wie gesagt, die
se r in den vorhergehenden Ausdrücken negativ zu neh-
. Ist a positiv oder steht der leuchtende Punct vor dem
gel, so ist α negativ, d. h. das Bild desselben steht hin-
dem Spiegel, oder die Strahlen werden dann divergirend
ctirt, als ob sie aus einem hinter dem Spiegel liegenden
cte kämen. Ist aber a negativ und kleiner als $\frac{1}{2}$r, so ist
ositiv. Die Brennweite p dieser convexen Spiegel endlich
egativ oder, wie man sagt, imaginär, da

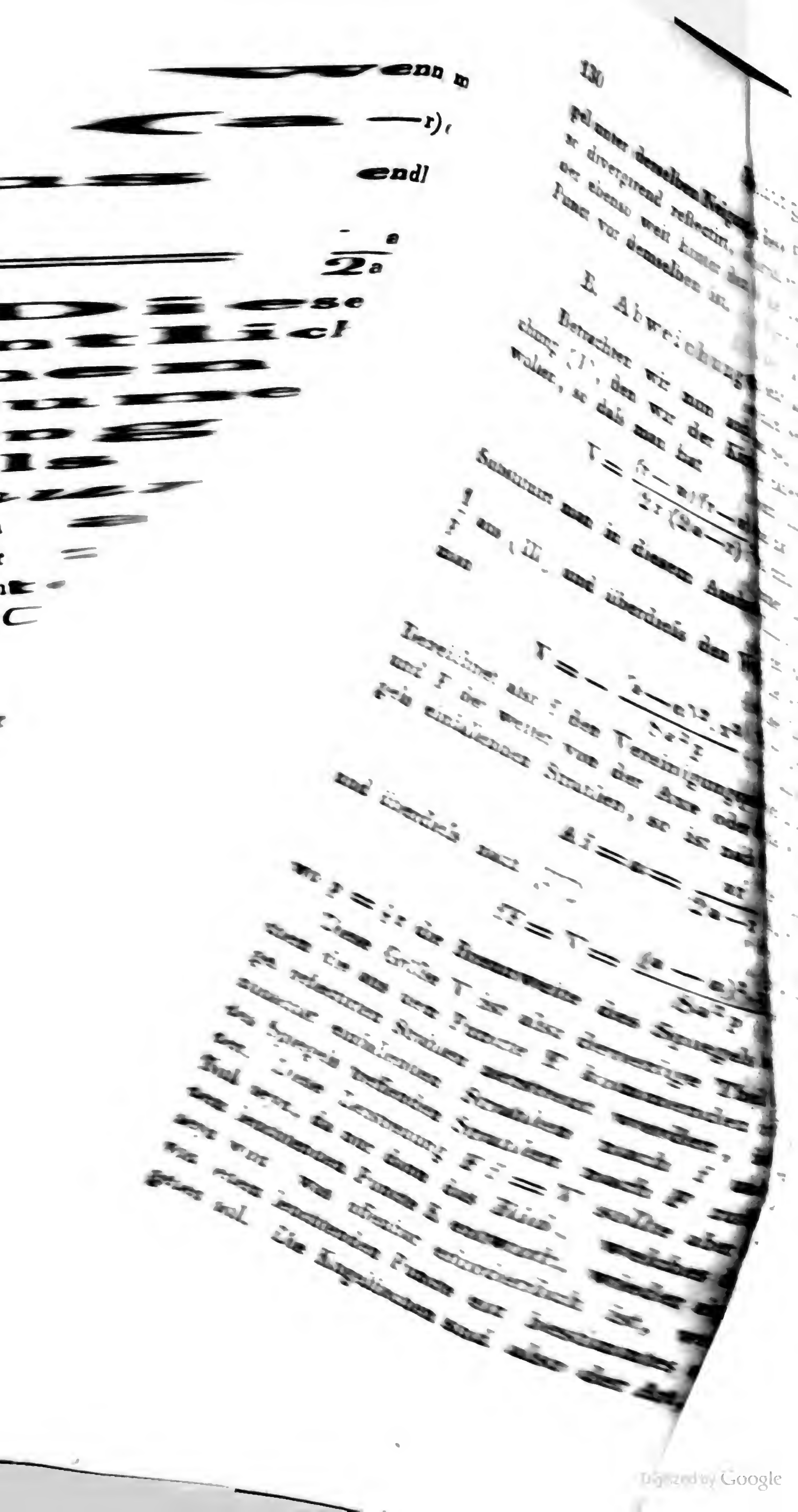
$$p = -\tfrac{1}{2}r$$

daher diese Spiegel nicht zu Brennspiegeln[2] geeignet
.

3) *Für ebene Spiegel.* Für diese ist r = ∞, also auch
: — a, oder die Strahlen werden von einem ebenen Spie-

---

1 Vergl. Art. *Linsenglas.* Bd. VI. S. 382.
2 Vergl. Artt. *Brennspiegel, Hohlspiegel, Kugelspiegel.*



gel unter denselben Neigungs…
so divergirend reflectirt, …
der ebenso weit hinter de…
Punct vor demselben ist.

E. Abweichung…

Betrachten wir nun …
chung (I), den wir der K…
wollen, so daß man hat

Substituirt man in diesem Ausdr…
aus (II) und überdieß den W…
man

Bezeichnet aber f den Vereinigungs…
und F der weiter von der Axe ode…
gels einfallenden Strahlen, so ist …

und überdieß nach …

Diese Größe Y ist also diejenige …

da diese Flächen die Ei-
tralstrahlen in einen ganz
als die Randstrahlen, und
wei Puncte im Allgemeinen
ch die halbe Oeffnung MP
x sehr klein ist. Diesem
schon sehr früh nach der
arauf bedacht, andere Flächen
chaft haben, dafs sie die Cen-
sämmtlich in denselben Punct
man hat bald gefunden, dafs
wohl durch Hülfe der Geometrie
stimmen lassen, dafs aber ihre
n Künstler so gut als unmöglich
zu den Kugelflächen zurückgehn
der hier erforderlichen Genauigkeit
at diese Gröfse V die *Abweichung*
des Spiegels oder auch die *sphäri-*
s ist daher nur noch übrig, diese
ei der Kugel nicht ganz wegbringen
n oder so unschädlich als möglich zu

zuerst, dafs diese Abweichung, welche
aslinsen für dioptrische Fernröhre ge-
von Kugelflächen begrenzt werden, bei
meinen viel kleiner ist als bei den Lin-
llele Strahlen, wo $a = \infty$ ist, hat man
katoptrische Fernröhre nach dem Vor-

$$V = \frac{x^2}{8p} = 0{,}125 \frac{x^2}{p},$$

, welche dieselbe Oeffnung $2x$ und die-
at, ist diese Abweichung[1]

$$V' = \frac{\mu^2 . x^2}{2(1-\mu)^2 . p}.$$

der letzten Gleichung das Brechungsverhält-
i dem Glase statt zu haben pflegt, $\mu = 0{,}58$, so

[1] Linsenglas.. Bd. VI. S. 399.

gel unter derselben Neigung, in welcher sie auffielen, und zu
so divergirend reflectirt, als ob sie aus einem Puncte käm
der ebenso weit hinter dem Spiegel liegt, als der leuchte
Punct vor demselben ist.

B. Abweichung wegen der Gestalt.

Betrachten wir nun auch den zweiten Theil der G
chung (I), den wir der Kürze wegen durch V bezeich
wollen, so dafs man hat

$$V = \frac{(r-a)(r-\alpha)}{2r(2a-r)} \cdot \left(\frac{1}{a}+\frac{1}{\alpha}\right) x^2.$$

Substituirt man in diesem Ausdrucke statt $\frac{1}{a}+\frac{1}{\alpha}$ die Gr
$\frac{1}{p}$ aus (III) und überdiefs den Werth von r aus (II), so
man

$$V = -\frac{(a-\alpha)^2 . x^2}{8a^2 p} \ldots \text{(IV)}$$

Bezeichnet also f den Vereinigungspunct der nahe bei der
und F der weiter von der Axe oder der am Rande des S
gels einfallenden Strahlen, so ist nach der Gleichung (II)

$$Af = \alpha = \frac{ar}{2a-r}$$

und überdiefs nach (IV)

$$fF = V = \frac{(a-\alpha)^2 . x^2}{8a^2 p},$$

wo $p = \frac{1}{2}r$ die Brennweite des Spiegels bezeichnet.

Diese Gröfse V ist also derjenige Theil der Axe, auf
chem die aus dem Puncte E kommenden und von dem
gel reflectirten Strahlen zerstreut werden, indem die der
zunächst einfallenden Strahlen nach f und die den
des Spiegels treffenden Strahlen nach F zurückgeworfen
den. Diese Zerstreuung $Ff = V$ sollte aber eigentlich
Null seyn, da nur dann das Bild, welches der Spiegel
dem leuchtenden Puncte E entwirft, wieder ein einziger
seyn wird, was offenbar erforderlich ist, wenn der S
von jedem leuchtenden Puncte ein bestimmtes und reine
geben soll. Die Kugelflächen sind also der Art, dafs si

reines Bild geben können, da diese Flächen die Eigenschaft haben, dafs sie die Centralstrahlen in einen ganz andern Punct der Axe reflectiren, als die Randstrahlen, und dafs die Distanz $Ff = V$ dieser zwei Puncte im Allgemeinen nur dann sehr klein ist, wenn auch die halbe Oeffnung MP oder MA, d. h. wenn die Gröfse x sehr klein ist. Diesem Uebelstande abzuhelfen, war man schon sehr früh nach der Erfindung der Spiegelteleskope darauf bedacht, andere Flächen aufzusuchen, welche die Eigenschaft haben, dafs sie die Central-, so wie die Randstrahlen sämmtlich in denselben Punct der Axe zurückwerfen. Allein man hat bald gefunden, dafs diese krummen Flächen sich wohl durch Hülfe der Geometrie und der Theorie sehr leicht bestimmen lassen, dafs aber ihre praktische Ausführung für den Künstler so gut als unmöglich ist, so dafs man also wieder zu den Kugelflächen zurückgehn mufste, die sich allein mit der hier erforderlichen Genauigkeit ausführen lassen. Man nennt diese Gröfse V die *Abweichung wegen der Kugelgestalt* des Spiegels oder auch die *sphärische Abweichung*, und es ist daher nur noch übrig, diese Abweichung, die man bei der Kugel nicht ganz wegbringen kann, wenigstens so klein oder so unschädlich als möglich zu machen.

Bemerken wir hier zuerst, dafs diese Abweichung, welche die Spiegel mit den Glaslinsen für dioptrische Fernröhre gemein haben, da beide von Kugelflächen begrenzt werden, bei den Spiegeln im Allgemeinen viel kleiner ist als bei den Linsen. Denn für parallele Strahlen, wo $a = \infty$ ist, hat man für Spiegel oder für katoptrische Fernröhre nach dem Vorhergehenden

$$V = \frac{x^2}{8p} = 0{,}125\,\frac{x^2}{p},$$

für eine Linse aber, welche dieselbe Oeffnung 2x und dieselbe Brennweite hat, ist diese Abweichung[1]

$$V' = \frac{\mu^2 . x^2}{2(1-\mu)^2 . p}.$$

Setzt man in der letzten Gleichung das Brechungsverhältnifs, wie es bei dem Glase statt zu haben pflegt, $\mu = 0{,}58$, so erhält man

1 S. Art. *Linsenglas*. Bd. VI. S. 399.

$$V' = 0{,}952 \frac{x^2}{p}$$

und daher

$$\frac{V'}{V} = \frac{0{,}952}{0{,}125} = 7\tfrac{3}{5}$$

oder die sphärische Abweichung ist bei Linsen $7\frac{3}{5}$mal gr
als bei Spiegeln. Daraus folgt, dafs die Spiegel in diese
ziehung einen grofsen Vorzug vor den Linsen haben, d
für dieselbe Brennweite p eine viel gröfsere Oeffnung x
tragen. Ein anderer, wohl noch gröfserer Vortheil ders
besteht darin, dafs sie das Licht nicht, wie die Linsen, in
ne einzelnen Farben zerlegen und dafs daher die *chro
sche Abweichung*[1] bei den Spiegeln ganz wegfällt.

Dafür scheinen sie aber einen weit gröfseren Theil de
sie einfallenden Lichts zu absorbiren, als die Linsen, wo
daher das von ihnen entworfene Bild nicht mehr dieselbe
ligkeit hat, wie bei Linsen von gleicher Oeffnung. En
sind auch die Metallspiegel von hoher Politur, wenn si
freien Luft ausgesetzt werden, der Oxydation an ihrer O
fläche unterworfen, wodurch sie oft gänzlich unbrauchbar
den. Wenn die Oeffnung des Spiegels nur klein ist,
der Winkel MFA, unter welchem die Randstrahlen nac
rer Reflexion die Axe schneiden,

$$MFA = \frac{PM}{PF} = \frac{x}{\alpha},$$

wie bei den Linsen. Zieht man durch den Vereinig
punct f der Centralstrahlen ein Loth fS auf die Axe und
längert den äufsersten Reflexionsstrahl MF, bis er dieses
in S schneidet, so gehen alle von E austretenden Str
die auf den Spiegel MAM' fallen, nach ihrer Reflexion
einen kleinen Kreis, dessen Mittelpunct f und dessen
messer fS ist. Man nennt diesen Halbmesser, den wir
R bezeichnen wollen, die *Seitenabweichung* des Spi
während $Ff = V$ die *Längenabweichung* desselben
Diese Seitenabweichung hat zu ihrem Ausdruck

$$R = fF.\,\text{Tang.}\,fFS = \frac{(a-\alpha)^2}{8a^2\alpha} \cdot \frac{x^3}{p}.$$

---

1 S. Art. *Linsenglas.* Bd. VI. S. 393.

Sphärische Abweichung eines Systems von Spiegeln.

Da aber unsere Teleskope gewöhnlich aus mehreren Spie- bestehn, so müssen wir auch die Abweichung eines Sy- von Spiegeln näher kennen lernen. Zu diesem Zwecke en wir wieder dieselben allgemeinen Ausdrücke, die wir oben[1] angeführt haben, mit derselben Bedeutung der gebrauchten Zeichen a, a', a''... α, α', α''... u. s. w. hier voraussetzen. Diesem gemäſs nehmen wir die Buch- n P, P', P''.. so an:

$$P = \frac{\mu}{p}\left(\frac{\lambda}{p^2} + \frac{\nu}{a\alpha}\right)$$

$$P' = \frac{\mu'}{p'}\left(\frac{\lambda'}{p'^2} + \frac{\nu'}{a'\alpha'}\right)$$

$$P'' = \frac{\mu''}{p''}\left(\frac{\lambda''}{p''^2} + \frac{\nu''}{a''\alpha''}\right) \text{ u. s. w.,}$$

a ist nach der angeführten Gleichung (III)[2] die *Seitenabwei- ng* oder der Halbmesser R für eine Linse

$$R = \frac{a x^3}{4p} \cdot P,$$

zwei Linsen

$$R' = \frac{\alpha x^3}{4p'}\left(P + \left(\frac{a'}{\alpha}\right)^4 \cdot P'\right),$$

drei Linsen

$$R'' = \frac{\alpha' x^3}{4p''}\left(P + \left(\frac{a'}{\alpha}\right)^4 P' + \left(\frac{a'a''}{\alpha\alpha'}\right)^4 P''\right)$$

l so fort. Drückt nun m die Vergröſserung dieses Linsen- tems aus, und ist h die Entfernung (nahe 8 Zoll), in wel- r ein gutes, unbewaffnetes Auge die kleinsten Theile der genstände noch erblickt, so ist für eine Linse

1 S. Art. *Mikroskop.* Bd. VI. S. 2194.

2 Man bemerke, daſs in dem zweiten Gliede der zweiten Glei- ung (III) durch einen Druckfehler der Factor $\left(\frac{a'}{\alpha}\right)^4$ weggelassen ist, daſs dieses Glied gleich

$$\left(\frac{a'}{\alpha}\right)^4 \cdot \frac{\mu'}{p'}\left(\frac{\lambda'}{p'^2} + \frac{\nu'}{a'\alpha'}\right)$$

setzen ist.

$$m = \frac{h}{p}$$

und für zwei

$$m = -\frac{h}{a}, \text{ so wie } p' = \frac{\alpha h}{a m}.$$

Dieses vorausgesetzt hat man daher für jede Anzahl Linsen

$$R = \frac{m a x^3}{4h}\left[P + \left(\frac{a'}{\alpha}\right)^4 . P' + \left(\frac{a' a''}{\alpha \alpha'}\right)^4 . P'' + \left(\frac{a' a'' a'''}{\alpha \alpha' \alpha''}\right)^4 . P'''\right.$$

Wir wollen diesen für ein System von Linsen erhal Ausdruck auf eine gegebene Anzahl von Spiegeln anzuwe suchen. Zu diesem Zwecke seyen A und B zwei Hohlspiege deren gemeinschaftliche Axe AB. Die Brennweite des e Spiegels sey p und a die Distanz des leuchtenden P von diesem Spiegel. Nach der Reflexion sollen die Stra die nahe bei der Axe auf den Spiegel A fallen, diese A F, die Strahlen aber, die unter der Distanz x von der Ax den Spiegel fallen, dieselbe Axe in f treffen, so dafs nach dem Vorhergehenden für die Längenabweichung V ben wird

Fig. 18.

$$F f = V = -\frac{(a - \alpha)^2 . x^2}{8 a^2 p}.$$

Des zweiten Spiegels B Brennweite sey p′ und seine Oeffnung

$$x' = \frac{a' x}{\alpha}.$$

Die aus F und f kommenden Centralstrahlen sollen von sem zweiten Spiegel resp. in G und γ die Axe treffen, die aus f kommenden, aber auf den Spiegel in der Entfer x′ von der Axe auffallenden Strahlen sollen nach ihrer I xion die Axe in g treffen, so dafs demnach Gg die ges Längenabweichung beider Spiegel seyn wird. Es ist abe

$$\frac{1}{p'} = \frac{1}{a'} + \frac{1}{\alpha'},$$

also auch

$$\partial \alpha' = -\frac{\alpha'^2}{a'^2} . \partial a'.$$

Setzt man demnach $Ff = \partial a'$, so wird $G\gamma = \partial \alpha'$ seyn, man wird haben

$$G\gamma = -\frac{\alpha'^2}{a'^2}\cdot\frac{(a-\alpha)^2}{8a^2p}\cdot x^2.$$

Die Längenabweichung aber, die blofs vom zweiten Spiegel abhängt, wird $g\gamma$ seyn, und man wird den Ausdruck für $g\gamma$ erhalten, wenn man in dem obigen Ausdrucke von Ff

die Gröfsen a, α, p, x

in a', α', p', x'

verwandelt, so dafs man hat

$$g\gamma = -\frac{(a'-\alpha')^2 x'^2}{8a'^2p'}$$

oder, da $x' = \frac{a'x}{\alpha}$ ist,

$$g\gamma = -\frac{(a'-\alpha')^2 x^2}{8\alpha^2 p'}.$$

Da nun $Gg = G\gamma + g\gamma$ ist, so hat man auch, wenn man die vorhergehenden Werthe von $G\gamma$ und $g\gamma$ substituirt,

$$Gg = -\left[\frac{\alpha'^2}{a'^2}\cdot\frac{(a-\alpha)^2}{8a^2p} + \frac{(a'-\alpha')^2}{8\alpha^2p'}\right]\cdot x^2.$$

Setzt man also

$$P = \frac{(a-\alpha)^2}{8a^2\alpha^2p} \text{ und } P' = \frac{(a'-\alpha')^2}{8a'^2\alpha'^2p'},$$

so hat man auch

$$Ff = -\alpha^2 P^2 \cdot x^2$$

und

$$Gg = -\frac{\alpha^2\alpha'^2}{a'^2}\left(P + \left(\frac{a'}{\alpha}\right)^4 \cdot P'\right).$$

Vergleicht man aber diese Ausdrücke der Längenabweichung bei zwei Spiegeln mit den oben für zwei Linsen erhaltenen Ausdrücken, so sieht man sofort, dafs beide unter sich identisch sind und dafs man daher auch den oben für zwei und mehr Linsen erhaltenen Ausdruck der Seitenabweichung R unverändert für zwei Spiegel wird anwenden können, so dafs man daher auch hier für die Seitenabweichung von zwei oder mehr Spiegeln haben wird

$$R = \frac{m\alpha x^3}{4h}\left[P + \left(\frac{a'}{\alpha}\right)^4 \cdot P' + \left(\frac{a'a''}{\alpha\alpha'}\right)^4 \cdot P'' + \left(\frac{a'a''a'''}{\alpha\alpha'\alpha''}\right)^4 \cdot P''' + \ldots\right]$$

wie zuvor, wo wieder m die Vergröfserung[1] des Teleskops

[1] S. Art. *Mikroskop*. Bd. VI. S. 2196. Gleichung (1).

bezeichnet und wo, wenn der Gegenstand oder der leuchtende Punct sehr weit von dem ersten Spiegel absteht oder wenn die Strahlen, wie bei allen Teleskopen, auf den ersten Spiegel parallel einfallen, die Gröfse $a = \infty$ und $\alpha = p$ heifst, wo α gleich der Brennweite p des ersten Spiegels ist, so dafs man dann

$$P = \frac{1}{8p^3}$$

haben wird.

Für die Ausübung läfst sich übrigens der vorhergehende Ausdruck für R noch bedeutend vereinfachen, ohne dadurch der Genauigkeit wesentlichen Abbruch zu thun. Unsere Teleskope bestehn nämlich alle nur aus zwei Spiegeln, von welchen der eine noch dazu nur sehr klein, in Beziehung auf den andern, ist. Da für einen kleinen Spiegel auch die Oeffnung x nur sehr klein seyn kann, so wird auch der Einflufs desselben auf die Gröfse der sphärischen Abweichung nur sehr gering seyn können, und dasselbe mufs auch vom Einflufs der verschiedenen Oculare gesagt werden, welche gewöhnlich mit diesen Spiegeln verbunden sind. Läfst man also in dem letzten Ausdrucke für R die Gröfsen P′, P″, P‴.. als unbedeutend weg und setzt wieder wie zuvor

$$P = \frac{1}{8p^3},$$

so erhält man für die gesuchte Seitenabweichung des Teleskops den sehr einfachen Ausdruck

$$R = \frac{mx^3}{32p^3}.$$

Es ist aber aus den ersten Gründen der Construction eines jeden Fernrohrs bekannt, dafs jede gegebene Oeffnung x einer Objectivlinse oder eines Spiegels nur eine gewisse Vergröfserung m als Grenze zuläfst, die man nicht überschreiten kann, ohne die Bilder undeutlich zu machen, dafs also im Allgemeinen die Vergröfserung m durch die Gleichung

$$m = b \cdot x$$

dargestellt werden kann, wo b eine Constante ist, die im Allgemeinen für jedes Fernrohr oder für jedes Teleskop besonders bestimmt werden soll. Substituirt man aber diesen Werth von m in den vorhergehenden Ausdruck von R, so erhält man

$$R = \frac{bx^4}{32\,p^3}$$

aus dieser Gleichung folgt der für die Construction der eskope wichtige Satz, dafs, wenn die Seitenabweichung R selben unverändert bleiben soll, die Würfel der Brennweite grofsen Spiegels sich verhalten müssen wie die vierten enzen der Oeffnung.

C. Ort und Gröfse des Bildes.

Um nun auch die Lage und Gröfse des Bildes, welches einem gegebenen Gegenstande von dem sphärischen Spiegel eugt wird, zu bestimmen, sey E e der auf der Axe A C E des iegels M A M' senkrecht stehende Halbmesser eines leuchtenden jects, und F f das Bild, welches der Spiegel von diesem Ge- nstande entwirft. Ist C der Mittelpunct des Spiegels und ht man die geraden Linien E C A und e C M', so werden h die aus E kommenden Strahlen in einem Puncte F der ke und die aus e kommenden in einem Puncte f der Linie M' vereinigen. Setzt man aber voraus, dafs die Entfer- ing A E des leuchtenden Objects gegen die Oeffnung des iegels, wie dieses bei allen Teleskopen der Fall ist, sehr ofs sey, so wird man sehr nahe C F = C f setzen können. ist aber A F = α, wo die Gröfse α durch die Gleichung II), das heifst, durch

Fig. 19.

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{1}{p} - \frac{1}{a}$$

estimmt wird, also ist auch

$$CF = Cf = r - \alpha,$$

o wieder a den Halbmesser des Spiegels bezeichnet. Be- hreibt man demnach aus dem Puncte C als Mittelpunct mit em Halbmesser C F = r — α den kleinen Kreisbogen F f, wird F f das gesuchte Bild darstellen und man wird auch hne merklichen Fehler diesen kleinen Kreisbogen als eine erade, auf die Axe E A senkrechte Linie ansehen können.

Ist also

$$Ee = z$$

er Halbmesser des leuchtenden Objects und ist F f = z' der albmesser des Bildes, so hat man, da E A = a und F A = ist,

$$z' = \frac{CF}{CE} \cdot Ee = \frac{r - \alpha}{a - r} \cdot z.$$

Allein aus der obigen Gleichung (II) folgt

$$\frac{r}{2} = \frac{a\alpha}{a + \alpha} \text{ oder } r - \alpha = \frac{\alpha(a - \alpha)}{a + \alpha}$$

und ebenso

$$a - r = \frac{a(a - \alpha)}{a + \alpha},$$

also ist auch, wenn man diese Werthe von $r - \alpha$ und a in der obigen Gleichung substituirt,

$$z' = \frac{\alpha}{a} \cdot z.$$

Bezeichnet endlich φ den Winkel, unter welchem ein un-waffnetes Auge in A den Halbmesser Ee des Objects se-würde, so hat man, vorausgesetzt, dafs dieser Winkel, wie allen Teleskopen, nur klein ist, so dafs man Tang. φ oder Sin gleich φ setzen kann,

$$\frac{z}{a} = \varphi, \text{ also auch } z' = \alpha \cdot \varphi$$

und durch das Vorhergehende ist der Ort sowohl, als au die Gröfse des Bildes bestimmt.

D. Anwendung auf Brennspiegel.

Wird ein Concavspiegel der Sonne ausgesetzt, so wer-den sich die Strahlen derselben nach ihrer Reflexion einem kleinen Kreise, dem Bilde der Sonne, vereinigen; der Mittelpunct dieses Kreises ist der Brennpunct des Spiegels und der Halbmesser dieses kleinen Kreises wird, nach dem eben Gesagten, gleich $\alpha\varphi$ oder, da $\alpha = p$ ist, gleich $p\varphi$ seyn. Wegen der sehr grofsen Entfernung der Sonne von uns ist aber φ gleich dem scheinbaren Halbmesser der Sonne, oder es ist nahe $\varphi = 16$ Minuten, und daher

$$Ff = p \text{ Tang. } 16'.$$

Allein nach dem Vorhergehenden ist die Seitenabweichung des sphärischen Spiegels

Fig. 17.

$$fS = \frac{(a - \alpha)^2 x^3}{8 a^2 \alpha p}$$

oder, da $a = \infty$ und $\alpha = p$ ist,

$$fS = \frac{x^3}{8p^2}.$$

zt man diese Werthe von Ff und fS einander gleich oder
mmt man die Seitenabweichung gleich jenem kleinen Bilde
Sonne, so hat man

$$x = 2p \sqrt[3]{\text{Tang.}\,16'}$$

er, da $p = \frac{1}{2} r$ ist,

$$\frac{x}{r} = \sqrt[3]{\text{Tang.}\,16'}.$$

ist also auch

$$\text{Sin. } ACM = \frac{x}{r},$$

o ist auch

$$\text{Sin. } ACM = \sqrt[3]{\text{Tang.}\,16'},$$

oraus folgt, dafs der Winkel $ACM = 9^0\ 36'$ ist, oder dafs
e halbe Oeffnung eines Brennspiegels wenigstens $9^0\ 36'$ seyn
ufs, wenn die Seitenabweichung wegen der sphärischen Ge-
alt des Spiegels nicht gröfser seyn soll, als jener kleine
reis, und dieses ist wohl die Grenze, welche man für die-
n Kreis noch annehmen darf, wenn der Brennspiegel in sei-
r Wirkung nicht zu sehr leiden soll.

E. Digression auf Brenngläser.

Das Vorhergehende leitet uns von selbst auf eine ähn-
che Untersuchung der Brennlinsen, die wir hier um so mehr
achtragen zu müssen glauben, da in dem Artikel *Brennglas*
ie analytische Untersuchung dieses interessanten Gegenstan-
es ganz unberührt geblieben ist.

Wenn die Sonne nur als ein leuchtender Punct betrach-
et werden könnte, so würde der Vereinigungsraum der durch
ine convexe Linse gebrochenen Sonnenstrahlen oder so wür-
e das von der Linse entworfene Bild der Sonne ebenfalls
ur ein einfacher Punct seyn. Da uns aber der Halbmesser
enes Gestirns noch unter einem sehr merkbaren Winkel von
16 Min. erscheint, so kann man die von zwei Endpuncten
hres Durchmessers ausgehenden Strahlen nicht mehr als unter
sich parallel annehmen, da sie vielmehr ebenfalls unter einem

Winkel von 32 Min. gegen einander geneigt sind und da
demnach auch nach ihrer Brechung, statt in einem ein
Puncte vereinigt zu werden, einen gröſsern Raum, nä
einen kleinen Kreis einnehmen, dessen Durchmesser die Ch
von 32 Min. eines andern Kreises ist, der seinen Mittelp
im Centrum der Linse hat. Heiſst also p die Brennweite d
Linse, so ist der Halbmesser r jenes kreisförmigen Bre
raums

$$r = p \text{ Tang. } 0^0\,16' \text{ oder nahe } r = \frac{p}{216}.$$

Nennt man aber d die Dichte der Sonnenstrahlen vor u
die Dichte derselben nach der Brechung im Brennraum
hat man, da diese Dichten sich verkehrt wie die diese
Lichtmengen enthaltenden Flächen verhalten, wenn x den Oe
nungshalbmesser der Linse bezeichnet,

$$d : \delta = \left(\frac{p}{216}\right)^2 : x^2$$

oder

$$\frac{\delta}{d} = 46656\,\frac{x^2}{p^2}.$$

Die von der Sonne kommende senkrechte Erleuchtung e
auf der Erde befindlichen Fläche wird also, wie die le
Gleichung zeigt, durch eine convexe Linse oder durch ein
genanntes *Sammelglas* $46656\,\frac{x^2}{p^2}$ mal verstärkt. Ist z. B. x
$\frac{1}{2}$ Fuſs und $p = 3$ Fuſs, so ist

$$\frac{\delta}{d} = 1296$$

oder das Sonnenlicht wird durch diese Linse in ihrem Bren
puncte 1296mal verdichtet, vorausgesetzt, daſs die Strahl
auf ihrem Wege durch die Atmosphäre und daſs sie a
durch das Glas selbst nichts verlieren, wobei auch noch d
sphärische Abweichung der Linse vernachlässigt ist. Je kle
ner daher bei unveränderter Oeffnung die Brennweite der Li
ist, desto mehr ist sie zu einem Brennglase geeignet. S
aber f und g die Halbmesser der beiden Linsenflächen, so
man[1]

1 S. *Mikroskop.* Bd. VI. S. 2194.

$$p = \frac{fg}{(n-1)(f+g)},$$

mufs man zu Brenngläsern offenbar *biconvexe* Linsen
ılen, da für sie die beiden Halbmesser f und g positiv
iben und daher p so grofs als möglich werden kann.
che convex-concave Linsen aber, für welche der negative
lbmesser der kleinere ist, so wie noch mehr biconcave Lin-
ı sind zu Brenngläsern ganz untauglich. In der That sind
letztgenannten Linsen eigentlich *Zerstreuungsgläser*, weil
sie die Strahlen nach der Brechung *divergiren*.

Das Brennglas ist aber auch zweitens, wie dieselbe Glei-
ıng zeigt, desto wirksamer, je gröfser der Oeffnungshalb-
sser x desselben ist. Da es hier nur darauf ankommt, eine
ıfse Menge Strahlen in den Brennraum der Linse so nahe
möglich zusammen zu bringen, nicht aber auch zugleich
demselben Orte ein ganz reines Bild der Sonne darzustel-
ı, so wird man von der Seitenabweichung der Linse wegen
rer sphärischen Gestalt hier wenig zu besorgen haben, obschon
ese (nach B) sogar wie der Cubus der Oeffnung x wächst.
ei den Fernröhren jeder Art aber, so wie bei den Mikrosko-
n, wird diese Seitenabweichung sorgfältig zu berücksichti-
n seyn; doch wird man auch für Brenngläser solche Lin-
n besser ganz vermeiden, deren Oeffnung zu grofs ist, weil
nst der Brennraum ebenfalls zu grofs wird und dadurch
m Hauptzwecke eines Brennglases, der Erreichung einer ho-
n Temperatur im Brennraume, schädlich entgegenwirkt.

Nimmt man, wie bei Brenngläsern gewöhnlich, die Linse
leichseitig, so dafs die Vorder- und Hinterseite Stücke von
erselben Kugel sind, so ist f = g und daher die letzte
leichung

$$p = \frac{f}{2(n-1)}.$$

t aber die halbe Oeffnung gleich 20 Graden, und gröfser wird
ıan sie, nach dem Vorhergehenden, nicht leicht nehmen dür-
n, so ist

$$x = f \text{ Sin. } 20^0,$$

lso auch, da sich p sowohl als auch x wie f verhält, die
Gröfse

$$\frac{\delta}{d} = 46656 \frac{x^2}{p^2}.$$

dafs daher die durch beide Linsen hervorgebrachte V dichtung

$$\delta' = 121\,\delta = 156816$$

beträgt. Ebenso findet man für ein drittes Glas, dessen Bre weite p″ und dessen Abstand von der zweiten Δ' ist, Verdichtung

$$\delta'' = \delta' . \left(\frac{p' + p'' - \Delta'}{p''}\right)^2$$

oder, wenn man den vorhergehenden Werth von δ' s stituirt,

$$\delta'' = 46656 \frac{x^2}{p^2} . \left(\frac{p + p' - \Delta}{p'}\right)^2 . \left(\frac{p' + p'' - \Delta'}{p''}\right)^2$$

und so fort für mehrere Linsen. Wird p, p′, Δ und x im letzten Beispiele beibehalten und überdiefs $p'' = \frac{1}{100}$ $\Delta' = 1$ Fufs genommen, so beträgt der Werth von δ'' sc über 1242 Millionen. Man sieht daraus, welche ungen hohe Temperaturen man durch solche, aus mehrern Lir zusammengesetzte Brennapparate erhalten kann.

F. Verbindung mehrerer Spiegel.

Indem wir nun zu den Erscheinungen übergehen, we mehrere sphärische Spiegel, die alle auf derselben Axe au stellt sind, für die Reflexion des auf sie fallenden Lichtes bieten, wollen wir wieder dieselben Erscheinungen zuerst ein System von sphärischen Linsen suchen und dann zei dafs die für diese erhaltenen Formeln mit wenigen Aende gen auch sofort für das gesuchte Spiegelsystem gelten. demnach AP die erste, BQ die zweite, CR die dritte Linse deren gemeinschaftliche Axe EABCD . . ist. Sey ferner der auf dieser Axe senkrecht stehende Halbmesser des le tenden Gegenstandes, dessen Bilder, wie sie von den erw ten Linsen allmälig entworfen werden, zu suchen sind. bei unseren dioptrischen, so wie bei den katoptrischen In menten ohne Ausnahme nur der erste Spiegel oder die Linse AP noch von bedeutender Gröfse, die andern alle oder die sogenannten *Oculare* nur klein sind, so werden uns bei der gegenwärtigen allgemeinen Untersuchung nu diejenigen Strahlen beschränken, welche der Axe ABC. . nahe einfallen. Dessenungeachtet werden wir diese Oeffnu

Fig. 21.

Oculare BQ, CR, DS... nicht als unendlich klein an-
ien dürfen, da diese Oculare offenbar eine hinlängliche
ie haben müssen, um von dem durch die vorhergehenden
are ihnen zugeschickten Lichte noch eine hinlängliche
ge aufnehmen zu können, damit diese Lichtstrahlen in der
tmöglichen Menge, die das Objectiv AP gestattet, dem
e zugeführt werden, und damit sie zugleich die Gegen-
le, welche dem freien Auge an der Stelle des Objectivs
r einem gegebenen Sehwinkel erscheinen, wo nicht ganz,
bis auf einen verlangten Theil dieses Sehwinkels auf
al übersehn lassen. Die erste dieser Rücksichten wird die
igkeit des Fernrohrs und die zweite wird das sogenannte
chtsfeld, d. h. den Raum bestimmen, welchen man durch
Fernrohr auf einmal übersehn kann.

Dieses vorausgesetzt sey eAQRS der von dem äufser-
Puncte e des Gegenstandes Ee kommende und durch die
e A des Objectivs gehende Hauptstrahl, und sey ebenso
qrs.. der äufserste, von dem Mittelpuncte E des Ge-
standes kommende, die Linsen in den Puncten P, q, r, s...
ende Lichtstrahl. Sey

$$AP = x \quad \text{und } BQ = z'$$
$$Bq = x' \qquad CR = z''$$
$$Cr = x'' \qquad DS = z''' \text{ u. s. w.,}$$
$$Ds = x''' \text{ u. s. w.,}$$

werden also x, x', x''... die Halbmesser der Linsen für
Helligkeit und z', z'', z'''.. die Halbmesser derselben für
Gesichtsfeld seyn. Sey ferner $EAe = \varphi$ der Winkel, un-
welchem ein in A aufgestelltes unbewaffnetes Auge den
bmesser Ee des Gegenstandes sehn würde, und sey ebenso

$$AFP = \varphi', \quad BF'q = \varphi'', \quad CF''r = \varphi''' \text{ u. s. w.}$$

Winkel, welchen der punctirte Strahl EPqr.. nach der
chung durch die I., II., IIIte... Linse mit der Axe bil-
, und

$$FBf = \psi', \quad CO'R = \psi'', \quad SO''D = \psi''' \ldots.$$

Winkel, welchen der andere Hauptstrahl eAQR.. mit
Axe bildet. Auf eine ähnliche Art wollen wir nun auch,
st den vorhergehenden Winkeln, die noch übrigen gera-
Linien oder die verschiedenen *Distanzen* der Figur be-
chnen. Der aus der Mitte E des Gegenstandes kommende
uptstrahl, der hier durch die punctirte Linie EPFqF'r...

angezeigt ist, schneidet die Axe in den Puncten E, F, F, und man nennt die Linien

$EA = a$, $AF = \alpha$ die Vereinigungsweite der Linse I,
$FB = a'$, $BO = \alpha'$ . . . . II,
$OG = a''$, $O'C = \alpha''$ . . . . III u. s. f.

Diese Linsen selbst schneiden die Axe in den Pun[cten] A, B, C, D... und die Distanzen dieser Linsen s[ollen] seyn

$$AB = \Delta,\quad BC = \Delta',\quad CD = \Delta'' \text{ u. s. w.,}$$

so dafs man also hat

$$\Delta = \alpha + a'$$
$$\Delta' = \alpha' + a''$$
$$\Delta'' = \alpha'' + a''' \text{ u. s. w.,}$$

wo diese Ausdrücke für Δ, Δ', Δ''.. ihrer Natur nach [im]mer positive Gröfsen seyn müssen.

Endlich wollen wir noch die Distanzen

BO durch k'
CO' . . . . k''
DO'' . . . k''' u. s. w.

und die Brennweiten

der Linse I durch p
II . . . p'
III. . . p'' u. s. w.

bezeichnen.

Dieses vorausgesetzt sehen wir nun zu, wie die [ver]schiedenen hier aufgeführten Gröfsen von einander abhä[ngen].

I. *Allgemeine Bestimmungen.* Nennt man n das [Ver]hältnifs des Sinus des Einfallswinkels zum Sinus des ge[bro]chenen Winkels, wo man für den Uebergang des Lich[ts aus] der Luft in das Glas im Mittel $n = \frac{3}{2}$ hat, und ist f [der] Halbmesser der dem Gegenstande zugekehrten, so wie g [der] Halbmesser der andern Fläche der Linse, so hat man für [eine] biconvexe Linse, in welcher f und g positiv vorausge[setzt] werden, die bekannte, aus den ersten Elementen der [Op]tik folgende Gleichung[1]

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{\alpha} = (n-1) \cdot \left(\frac{1}{f} + \frac{1}{g}\right).$$

---

1 S. Art. *Linsenglas.* Bd. VI. S. 382.

ɪi dieser ersten Linse die Entfernung des Objects oder die Vereinigungsweite $a = \infty$ und die zweite $\alpha = p$, so er- man aus der vorigen Gleichung

$$\frac{1}{p} = (n-1)\left(\frac{1}{f}+\frac{1}{g}\right)$$

auch

$$\frac{1}{p} = \frac{1}{a} + \frac{1}{\alpha},$$

ähnliche Ausdrücke erhält man auch für die folgenden ɪn, wenn man nur die Gröfsen a, α, p, f, g und n mit ı oder zwei oder drei . . . Strichen bezeichnet.

II. *Halbmesser der Linsenöffnung wegen der Helligkeit.* der Aehnlichkeit der rechtwinkligen Dreiecke AFP, FBq $BF'Q$, $F'Cr$ u. s. w. erhält man sofort folgende Glei- gen, wobei die Winkel φ, φ', φ'' .. der Natur der Sache ıfs so klein angenommen werden, dafs Sin. φ oder Tang. φ h φ gesetzt werden kann:

$$= \frac{x}{\alpha} \qquad \text{also auch } x' = a'\,\varphi' = \frac{a'\,x}{\alpha}$$

$$' = \frac{x'}{\alpha'} = \frac{a'\,x}{\alpha\,\alpha'} \qquad x'' = a''\varphi'' = \frac{a'\,a''x}{\alpha\,\alpha'}$$

$$'' = \frac{x''}{\alpha''} = \frac{a'a''\,x}{\alpha\alpha'\alpha''} \text{ u.s.w.} \qquad x''' = a'''\varphi''' = \frac{a'a''\,a'''x}{\alpha\,\alpha'\,\alpha''} \text{ u. s. w.}$$

III. *Halbmesser der Linsenöffnung wegen des Gesichts- ɪs.* Nach der bereits oben angeführten Bemerkung müssen verschiedenen auf einander folgenden Oculare eine solche nung haben, dafs dadurch die gegebenen Gegenstände bis eine bestimmte Gröfse derselben übersehn werden können. also die Hälfte des durch das Fernrohr noch sichtbaren ɪnstandes gleich Ee seyn, so mufs man die Linsen so ı nehmen, damit der von dem äufsersten Puncte e des ɪnstandes durch die Mitte A des Objectivs AP ungebro- ı durchgehende Hauptstrahl $eAQRS$... von allen diesen en noch aufgenommen werden kann. So lange aber die ɪnweiten dieser Linsen nicht gegeben sind, läfst sich auch zu jener Forderung nöthige Oeffnung $z = BQ$, $z'' = CR$. w. nicht näher angeben. Wir wollen daher, da diese nungen wegen des Gesichtsfeldes von den Brennweiten der ɪen abhängen, vorläufig die Gleichungen annehmen

$$z' = p'\omega'$$
$$z'' = p''\omega''$$
$$z''' = p'''\omega''' \text{ u. s. w.}$$

Da aber die Halbmesser z', z'', z''' . . diesen Oeffnungen mäfs immer nur kleine Theile ihrer Brennweiten seyn we so werden die hier eingeführten Gröfsen ω', ω'', ω''' . . al eigentliche Brüche seyn, die der Erfahrung zufolge no kleiner noch als $\frac{1}{4}$ sind.

IV. *Gröfse und Lage der Bilder.* Ist F f das Bild ches die erste Linse AP von dem Gegenstande Ee und ist ebenso F′ f′ das Bild der zweiten und F″ f″ de dritten Linse u. s. w., so hat man, wie wieder aus der Ä lichkeit der Dreiecke folgt,

$$Ff = \frac{\alpha}{a} . Ee$$

$$F'f' = \frac{\alpha'}{a'} . Ff$$

$$F''f'' = \frac{\alpha''}{a''} F'f' \text{ u. s. w.}$$

Da aber $Ee = a \text{ Tang.} \varphi = a\varphi$ ist, so hat man fü Gröfse der auf einander folgenden Bilder die Ausdrücke

$$Ff = \alpha . \varphi \ldots \text{ das Bild verkehrt}$$

$$F'f' = \frac{\alpha\alpha'}{a'} . \varphi \ldots\ldots \text{ aufrecht}$$

$$F''f'' = \frac{\alpha\alpha'\alpha''}{a'a''} . \varphi \ldots\ldots \text{ verkehrt}$$

$$F'''f''' = \frac{\alpha\alpha'\alpha''\alpha'''}{a'a''a'''} . \varphi \ldots \text{ aufrecht u. s. w.}$$

Wird einer dieser Ausdrücke negativ, so zeigt er eine mi gegebenen Zeichnung entgegengesetzte Lage an. Ist z F″f″ negativ, so ist das dritte Bild nicht verkehrt, wi im Allgemeinen seyn sollte, sondern aufrecht.

V. *Vergröfserung der Gegenstände durch diese Li* Bei einem Systeme von zwei Linsen sieht das Auge in B Bild Ff des Gegenstandes Ee unter dem Winkel FBf= während es den Gegenstand Ee selbst aus dem Punct ohne Hülfe der Linsen, unter dem Winkel $EAe = \varphi$ se würde. Eigentlich ist aber der Punct O, in welchem

ptstrahl die Axe schneidet, der Ort des Auges. Da jedoch,
a überhaupt ein deutliches Sehen statt haben soll, die
hlen aus der letzten, dem Auge nächsten Linse immer sehr
unter sich parallel ausfallen müssen, so mufs auch O Q
B f parallel, also auch $BOQ = FBf = \psi'$ seyn. Nimmt
nun, wie bei allen Fernröhren, die Distanz AB der bei-
Linsen gegen die Distanz EA des Objects sehr klein, so
ken die beiden Gröfsen ψ' und φ die scheinbaren Gröfsen
Halbmessers des Gegenstandes aus, wie er durch die Lin-
und wie er mit freiem Auge gesehn wird, oder mit an-
Worten, die Vergröfserung m' eines Systems von zwei
sen ist

$$m' = \frac{\psi'}{\varphi}.$$

ist aber $Ff = a'\psi' = \alpha\varphi$, also ist auch $\psi' = \frac{\alpha\varphi}{a'}$ und
er

$$m' = \frac{\alpha}{a'}.$$

ht dann für eine dritte Linse der Winkel ψ' in ψ'' über,
ist analog

$$\psi'' = \frac{\alpha'}{a''}\psi' = \frac{\alpha\,\alpha'}{a'a''}\varphi,$$

ist auch für drei Linsen die Vergröfserung

$$m'' = \frac{\psi''}{\varphi} = \frac{\alpha\alpha'}{a'a''}$$

d ebenso hat man für vier Linsen

$$\psi''' = \frac{\alpha''}{a'''}\psi'' = \frac{\alpha\alpha'\alpha''}{a'a''a'''}\varphi$$

d

$$m''' = \frac{\psi'''}{\varphi} = \frac{\alpha\alpha'\alpha''}{a'a''a'''} \text{ u. s. w.}$$

aber bei allen Fernröhren die Entfernung $EA = a$ des Ge-
nstandes sehr grofs angenommen wird, so wird man die
eite Vereinigungsweite der ersten Linse gleich ihrer Brenn-
ite oder man wird $\alpha = p$ setzen, und da nach dem Vor-
rgehenden die Strahlen aus der letzten Linse unter sich par-
el ausfahren müssen, wenn das Auge gut sehn soll, so ist
ch die letzte der Gröfsen a' a'' a'''... gleich der Brennweite

der letzten Linse, so daſs man daher für alle Fernröhre gende Ausdrücke für die Vergröſserung derselben hat:

$$\text{für 2 Linsen} \ldots \quad m' = \frac{p}{p'}$$

$$3 \ldots\ldots\ldots \quad m'' = \frac{\alpha' p}{a' p''}$$

$$4 \ldots\ldots\ldots \quad m''' = \frac{\alpha' \alpha'' p}{a' a'' p'''}$$

$$5 \ldots\ldots\ldots \quad m^{IV} = \frac{\alpha' \alpha'' \alpha''' p}{a' a'' a''' p^{IV}} \text{ u. s. w}$$

VI. *Anderer Ausdruck des Helligkeitshalbmessers.* bindet man die Ausdrücke, die wir oben (N. II) für die ſsen x', x'', x''' gegeben haben, mit denen in V, so erhält folgende einfache Werthe der Oeffnungshalbmesser wegen Helligkeit:

$$x' = \frac{x}{m'}$$

$$x'' = \frac{x}{m''}$$

$$x''' = \frac{x}{m'''} \text{ u. s. w.}$$

Da übrigens diese Halbmesser der Helligkeit der Natur Sache nach immer kleiner seyn müssen, als die Halbmesser Gesichtsfeldes, so hat man

$$z' > x',\ z'' > x'',\ z''' > x''' \text{ u. s. w.,}$$

welche Gleichungen ebenso viele Bedingungen ausdrü denen jedes gute Fernrohr entsprechen muſs.

VII. *Nähere Bestimmung der Helligkeit eines Fernr* Nennt man der Kürze wegen μ und ξ die letzte der Gr m', m'', m''' .. und x', x'', x'''... und bezeichnet, wie z x den Oeffnungshalbmesser AP der ersten Linse oder des jectivs, so hat man überhaupt

$$x = \mu \xi \text{ oder } \xi = \frac{x}{\mu},$$

wo also ξ den Halbmesser des Strahlencylinders hinter der ten Linse oder in der Nähe des Auges bezeichnet. Von sem Cylinder hängt aber offenbar die Helligkeit des Fern ab. Bezeichnet dann w den Halbmesser der Pupille des

so hat man, da sich die Helligkeit oder die Strahlen-
ge, welche von demselben Gegenstande auf zwei von ihm
ch weit entfernte Flächen fallen, wie diese Flächen selbst
hält,

$$\frac{\text{Helle durchs Fernrohr}}{\text{Helle mit freiem Auge}} = \frac{\xi^2}{w^2}.$$

zt man also die natürliche, für das unbewaffnete Auge statt
ende Helligkeit gleich der Einheit und die Helligkeit, mit
cher der Gegenstand durch das Fernrohr gesehn wird,
ch H, so ist

$$H = \left(\frac{\xi}{w}\right)^2 = \frac{x^2}{\mu^2 w^2},$$

demnach die Gröſsen ξ und w in demselben Maſse, z. B. in
len, ausgedrückt werden. Die Gröſse w nimmt man ge-
nlich $\frac{1}{20}$ Zoll, also $w = 0{,}05$ oder selbst nur $w = 0{,}03$

Die letzte Gleichung zeigt, daſs die Helle H des Fern-
rs desto stärker ist, je gröſser x, der Oeffnungshalbmesser
Objectivs, und je kleiner μ oder w ist. Man sieht zu-
ich, daſs man ξ nicht gröſser als w annehmen kann, denn
$\xi > w$, so wird ein Theil des Strahlenkegels, welcher ne-
der kleinen Augenöffnung w fortgeht, verloren gehn, da
das Auge nicht mehr treffen kann. Gewöhnlich nimmt man
$= \frac{1}{20}$, obschon man sich, nach den Umständen, auch oft
$\xi = \frac{1}{60}$ oder $\xi = \frac{1}{70}$ begnügen muſs. Ist $w = \frac{1}{20}$, so
man

$$H = 400 \frac{x^2}{\mu^2}.$$

e stärkste Vergröſserung aber, die man an einem gegebenen
bjectiv anbringen kann, findet ihre vorzüglichste Grenze in
r Kürze der Brennweite des Oculars, welche letztere, bei
nem einfachen Oculare wenigstens, nicht gut kleiner als $\frac{2}{10}$
ll seyn kann, wenn nicht eine zu bedeutende Verzerrung
s Bildes und ein zu kleines Gesichtsfeld eintreten soll. Ist
her p die Brennweite des Objectivs, so wird die stärkste
ergröſserung μ des Fernrohrs überhaupt durch die Gleichung

$$\mu = \frac{p^2}{0{,}2} = 5\,p^2$$

geben werden. So hat man für ein einfaches oder auch für
n achromatisches Doppelobjectiv, dessen Brennweite $p = 20$
oll und die halbe Oeffnung $x = 0{,}8773$ Zoll ist, die schwäch-

ste Vergröfserung $\frac{x}{0{,}03} = 29$ und die stärkste $\frac{p}{0{,}2} = 100$. [...] $p = 120$ Zoll und $x = 3{,}36$ Zoll erhält man die schwä[...] Vergröfserung 112 und die stärkste 600.

VIII. *Abhängigkeit der Gröfsen* ψ *und* ω. Verbi[...] man die Gleichungen $z' = p'\omega'$, $z'' = p''\omega''$ ... der N. III [...] denen

$$\frac{1}{p'} = \frac{1}{a'} + \frac{1}{\alpha'} \text{ u.s.w.}$$

der N. I, und bemerkt man, dafs nahe $a' = AB$ und $\alpha' =$ [...] ist, da ferner

$$AB = \frac{BQ}{\text{Tang.}\,\varphi} = \frac{p'\omega'}{\varphi},$$

so hat man

$$OB = \frac{p'\omega'}{\omega' - \varphi} \text{ u. s. w.}$$

und diese Werthe von OB und $BQ = p'\omega'$ in der Gleich[...]

$$\text{Tang.}\,BOQ = \frac{BQ}{OB} \text{ substituirt geben}$$

$$\psi' = \omega' - \varphi.$$

Ebenso ist für drei Linsen

$$CO = \frac{BO.CR}{BQ} = \frac{p''\omega''}{\omega' - \varphi}$$

und überdiefs

$$\frac{1}{p''} = \frac{1}{CO} + \frac{1}{CO'},$$

also auch

$$CO' = \frac{p''\omega''}{\omega'' - \omega' + \varphi},$$

oder endlich, da $CO'R = \frac{CR}{CO'}$ ist,

$$\psi'' = \omega'' - \omega' + \varphi,$$

und auf dieselbe Weise erhält man auch für vier Linsen

$$DO'' = \frac{p'''\omega'''}{\omega''' - \omega'' + \omega' - \varphi}$$

und

$$\psi''' = \omega''' - \omega'' + \omega' - \varphi$$

und so fort für mehrere Linsen.

Es ist schon oben (N. III) bemerkt worden, dafs die Grö[...] ω, ω'.. nur eigentliche Brüche seyn können, die nicht le[...] gröfser als $\frac{1}{4}$ seyn dürfen. Da nämlich, den Erfahrungen [...]

, die halbe Oeffnung jeder Linse nicht mehr als 15 Grade der Peripherie ihrer Kugel betragen kann, so hat man, ı die Halbmesser der beiden Linsenflächen gleich grofs wenn die Mittelzahl für das Glas $n = \frac{3}{2}$ ist,

$$f = g = 2(n-1)\,p \text{ oder } f = g = p,$$

auch

$$z' = p' \,\text{Sin.}\, 15^\circ = \tfrac{1}{4} p'$$

, da $z' = p'\omega'$ ist, die Gröfse ω' nahe gleich $\frac{1}{4}$.

IX. *Bestimmung der Brennweiten der Linsen durch Vereinigungsweiten und durch die Gröfse ω.* Es war

$$\text{(N. VIII)}\ BQ = AB.\,\text{Tang.}\,\varphi$$

r

$$p'\omega' = (\alpha + a').\varphi.$$

ı der Aehnlichkeit der Dreiecke der Zeichnung folgt aber

$$CR : CO = CR - F'f' : CF',$$

$$CR = p''\omega'', \quad CF' = a''$$

d

$$F'f' = \frac{\alpha\alpha'\varphi}{a'}, \text{ sowie } CO = \frac{p''\omega''}{\omega' - \varphi} \text{ ist.}$$

bstituirt man diese Werthe in der vorhergehenden Propor-n, so erhält man

$$p''\omega'' = \frac{\alpha\alpha'\varphi}{a'} + a''(\omega' - \varphi).$$

nz ebenso giebt die Proportion

$$DS : DO' = DS - F''f'' : DF''$$

e Gleichung

$$p'''\omega''' = \frac{\alpha\,\alpha'\,\alpha''}{a'\,a''}\,\varphi + a'''(\omega'' - \omega' + \varphi)$$

ıd auf dieselbe Art

$$p^{\text{IV}}\omega^{\text{IV}} = \frac{\alpha\,\alpha'\,\alpha''\,\alpha'''}{a'\,a''\,a'''}\,\varphi + a^{\text{IV}}(\omega''' - \omega'' + \omega' - \varphi)$$

ıd so fort für mehrere Linsen. Diese Ausdrücke sind zur onstruction der Fernröhre jeder Art sehr nützlich.

X. *Bestimmung der Gröfsen z, m und φ durch ω.* Aus em blofsen Anblick der Zeichnung folgt

$$z' = BO.\psi' = \Delta.\varphi$$
$$z'' = CO'.\psi'' = CO.\psi'$$
$$z''' = DO''.\psi''' = DO'.\psi'' \text{ u. s. w.,}$$

so dafs man also auch für die Distanzen der Linsen die Ausdrücke hat

$$BO + CO \text{ oder } \Delta' = \frac{z' + z''}{\psi'}$$

$$CO' + DO' \text{ oder } \Delta'' = \frac{z'' + z'''}{\psi''}$$

$$DO'' + F'''O'' \text{ oder } \Delta''' = \frac{z''' + z^{IV}}{\psi'''} \text{ u. s. w.}$$

und aus diesen Gleichungen folgt sofort

$$z' = \Delta . \varphi$$
$$z'' = (\omega' - \varphi) . \Delta - z'$$
$$z''' = (\omega'' - \omega' + \varphi) . \Delta' - z'' \text{ u. s. w.}$$

Substituirt man aber die in N. VIII erhaltenen Werthe ψ', ψ'', ψ'''... in die Gleichungen der N. V, so erhält man

$$m' = \frac{\omega' - \varphi}{\varphi}$$

$$m'' = \frac{\omega'' - \omega' + \varphi}{\varphi}$$

$$m''' = \frac{\omega''' - \omega'' + \omega' - \varphi}{\varphi} \text{ u. s. w.,}$$

oder auch, wenn man daraus die Werthe von φ sucht,

$$\varphi = \frac{\omega'}{m' + 1}$$

oder

$$\varphi = \frac{\omega'' - \omega'}{m'' - 1}$$

oder

$$\varphi = \frac{\omega''' - \omega'' + \omega'}{m''' + 1} \text{ u. s. w.}$$

und alle diese Ausdrücke lassen sich leicht auf mehrere Linsen fortsetzen, da das Gesetz ihres Fortgangs für sich deutlich ist. Die letzten derselben geben den Werth von φ oder das *halbe Gesichtsfeld* für 2, 3, 4.. Linsen, d. h. sie geben den Halbmesser des kreisförmigen Raumes, welchen man durch das Fernrohr mit einem Blicke übersehn kann. Um diese Ausdrücke von φ in Minuten des Bogens zu erhalten, wird man sie durch

$$\frac{1}{60 \text{ Sin. } 1''} = \frac{10800}{\pi} = 3437{,}75$$

in runder Zahl durch 3438 multipliciren.

Die letzten Gleichungen für φ zeigen, dafs das Gesichts- abnimmt, wenn, alles Andere gleich gesetzt, die Vergrö- ıng m wächst, und dafs das Gesichtsfeld wächst, wenn m ner, oder auch, wenn die Oeffnung des Oculars gröfser l. Dieselben Gleichungen zeigen auch, dafs man durch zusetzung eines neuen Oculars das Gesichtsfeld bedeutend röfsern kann. So hat man für ein einziges Ocular

$$\varphi = \frac{\omega'}{m' + 1}.$$

r für zwei Oculare, wenn $\omega' = - \omega''$ gesetzt wird, ist

$$\varphi = \frac{2\,\omega''}{m'' - 1},$$

im zweiten Falle das Gesichtsfeld mehr als doppelt so fs, wenn auch nur $m' = m''$ ist. Da eine starke Vergrö- rung und ein grofses Gesichtsfeld zwei wesentliche Bedin- ngen eines guten Fernrohrs sind, so sieht man aus dem all- neinen Ausdrucke von

$$\pm m = \frac{\varphi - \omega' + \omega'' - \omega''' + \omega^{\text{IV}} - \ldots}{\varphi},$$

s man, um das Product $m\varphi$ so grofs als möglich zu ma- en, die Oeffnungshalbmesser ω', ω'', ω'''... abwechselnd itiv und negativ nehmen mufs.

XI. *Bestimmung des Orts des Auges bei den Fernröh-* s. Der schicklichste Ort des Auges für ein Fernrohr von 3, 4 . . Linsen wird offenbar der Punct O, O', O'' . . . . yn, in welchem sich alle von der letzten Linse kommenden rahlen vereinigen. Nennt man k', k'', k''' . . . die Entfer- ngen PO, CO', DO''..... des Auges von der letzten Linse, hat man (nach N. VIII)

$$k' = \frac{p'\,\omega'}{\omega' - \varphi}$$

$$k'' = \frac{p''\,\omega''}{\omega'' - \omega' + \varphi}$$

$$k''' = \frac{p'''\,\omega'''}{\omega''' - \omega'' + \omega' - \varphi} \quad \text{u. s. w.}$$



oder, wenn man in diesen Brüchen die Werthe der Ne aus N. X substituirt,

$$k' = \frac{p' \omega'}{m' \varphi}$$

$$k'' = \frac{p'' \omega''}{m'' \varphi}$$

$$k''' = \frac{p''' \omega'''}{m''' \varphi} \text{ u. s. w.}$$

Diese Ausdrücke für k zeigen, dafs, je gröfser das Gesi feld φ, oder auch, je gröfser die Vergröfserung m ist, d näher auch im Allgemeinen das Auge an das letzte O lar gebracht werden mufs, um jenes Gesichtsfeld ganz zu s sehn. Wir werden bald (H) sehen, dafs die vorherge den Ausdrücke auch für ein System von Spiegeln ihre A wendung finden.

G. Rücksicht auf die Farben der Licht-strahlen.

Obschon bei den Spiegeln die Farbenzerstreuung der Li strahlen nicht zu besorgen ist, so kann diese Rücksicht, bei unsern katoptrischen Instrumenten mit diesen Spieg auch Linsen verbunden werden, hier doch nicht völlig üb gangen werden. Wir müssen aber hier vorzüglich denjenig Einflufs der Farbenzerstreuung suchen, welcher auf die *Gr zen* der durch das Fernrohr betrachteten Gegenstände einw und wodurch daher der Rand des Bildes gefärbt ersche Zu diesem Zwecke wird man die Aenderungen der Win BOQ, CO'R, DO''S... suchen, welche der Hauptstr der ebenfalls von dem Rande e des Objects ausgeht, u seinen verschiedenen Brechungen mit der Axe bildet. Es aber

$$BOQ = \omega' - \varphi \text{ und (F. IX.)}$$
$$p' \omega' = (\alpha + a') \varphi.$$

Daraus folgt, wenn φ constant ist,

$$\partial . BOQ = \partial \omega'$$

und

$$\partial \omega' = -(\alpha + a') \varphi . \frac{\partial p'}{p'^2} = - \frac{\omega' \partial p'}{p'} .$$

war aber (F.I.)

$$\frac{1}{p}=(n-1)\left(\frac{1}{f}+\frac{1}{g}\right),$$

ist auch

$$\partial p=-\frac{p.\partial n}{n-1}.$$

zt man daher der Kürze wegen für das erste Glas

$$\Theta=\frac{\partial n}{n-1}$$

l ebenso für die folgenden Linsen

$$\Theta'=\frac{\partial n'}{n'-1},\quad \Theta''=\frac{\partial n''}{n''-1}\ \text{u. s. w.},$$

ist auch

$$\partial p'=-p'.\Theta',$$

her die obige Gleichung

$$\partial\omega'=-\omega\frac{\partial p'}{p'}=+\omega'\Theta'$$

ıd das gesuchte Differential des Winkels BOQ

$$\partial.BOQ=\omega'\Theta'.$$

ommt noch eine dritte Linse hinzu, so kann man die gendene Zerstreuung $\omega'\Theta'$ der zweiten Linse als einen Gechtswinkel betrachten, der durch die Wirkung der dritten nse nach dem oben (F. V.) gezeigten Verfahren in $\omega'\Theta'$ übergeht. Setzt man dazu noch die Zerstreuung Θ'' der dritten Linse selbst, so hat man für die Gesammterstreuung von drei Linsen den Ausdruck

$$\partial.CO'R=\frac{\alpha'}{a''}\omega'\Theta'+\omega''\Theta''$$

nd ebenso wird man für die Farbenzerstreuung von vier Linen erhalten

$$\partial.DO''S=\frac{\alpha''}{a'''}\left(\frac{\alpha'\omega'\Theta'}{a''}+\omega''\Theta''\right)+\omega'''\Theta'''$$

$$=\frac{\alpha'\alpha''}{a''a'''}\omega'\Theta'+\frac{\alpha''\omega''\Theta''}{a'''}+\omega'''\Theta'''\ \text{u. s. w.}$$

Die Differentiale dieser Winkel müssen gleich Null gesetzt werden, wenn die Farbenzerstreuung des Fernrohrs aufge-

hoben oder vernichtet seyn soll, so dafs man daher für Bedingung dieser Vernichtung haben wird[1]:

bei 2 Linsen $\omega'.\Theta'=0$

$$3\ldots\omega'.\Theta'+\frac{\omega''a''}{\alpha'}.\Theta''=0$$

$$5\ldots\omega'.\Theta'+\frac{\omega''a''}{\alpha'}.\Theta''+\frac{\omega'''a''a'''}{\alpha'\alpha''}.\Theta'''=0$$

$$V\ldots\omega'.\Theta'+\frac{\omega''a''}{\alpha'}.\Theta''+\frac{\omega'''a''a'''}{\alpha'\alpha''}.\Theta'''+\frac{\omega^{IV}a''a'''a^{IV}}{\alpha'\alpha''\alpha'''}.\Theta^{IV}=0 \text{ u.}$$

H. Anwendung des Vorhergehenden au Spiegel.

Die zwei vorhergehenden Abtheilungen (F und G) ziehen sich nur auf ein System von Linsen. Wir wollen sehn, wie man dieselben Formeln auch auf ein System Spiegeln anwenden soll.

Fig. 22. Der leuchtende Punct E sende einen seiner Strahlen auf den Spiegel P, der ihn in der Richtung Pq auf den S gel cq zurückwirft, und dieser zweite Spiegel reflectire Strahl in der Richtung qrst.. auf die Linsen C′r, C″s, C‴ durch welche er auf die in der Zeichnung angezeigte Art brochen wird. Man bestimme den Weg des Strahls, ausgesetzt, dafs alle Linsen mit dem zweiten Spiegel cq selbe Axe EO″ haben und dafs der Strahl in allen The seines Weges sich nur sehr wenig von dieser gemeinscha chen Axe entfernt.

Nennt man wieder p und p′ die Brennweiten der be Spiegel und p″, p‴ ..... die der Linsen C′r, C″s... und s wie oben, die conjugirten Distanzen

$$\begin{array}{lll} EC=a & \text{und} & CF=\alpha \\ cF=a' & & cG=\alpha' \\ GC'=a'' & & C'O=\alpha'' \\ OC''=a''' & & C''O'=\alpha''' \\ O'C'''=a^{IV} & & C'''O''=\alpha^{IV} \text{ u. s. w.,} \end{array}$$

so hat man (wie in F. I) die Gleichungen

---

1 Vergl. *Fernrohr*. Bd. IV. S. 185.

$$\frac{1}{p} = \frac{1}{a} + \frac{1}{\alpha},\ \frac{1}{p'} = \frac{1}{a'} + \frac{1}{\alpha'},\ \frac{1}{p''} = \frac{1}{a''} + \frac{1}{\alpha''}, \text{u. s. w.},$$

wenn $\Delta, \Delta', \Delta''$.. die Distanzen der Spiegel und der
n unter einander bezeichnen,

$$\Delta = a' + \alpha,\quad \Delta'' = a'' + \alpha',\quad \Delta'' = a''' + \alpha'' \text{ u. s. w.}$$

e Ausdrücke gelten nämlich nach der oben (in A) erhal-
n Gleichung (III) ebenso wohl für Linsen, als auch für Spie-
und dasselbe wird daher auch von den übrigen Ausdrük-
(in F) gelten, da sie aus den gegenwärtigen auf dieselbe
se für Spiegel wie für Linsen abgeleitet werden. So er-
man z. B. für die Oeffnungshalbmesser x, x' der Spiegel
x'', x''', x^{iv}... der auf einander folgenden Linsen wie oben
II.)

$$x' = \frac{a'x}{\alpha},\quad x'' = \frac{a'a''x}{\alpha\alpha'},\ x''' = \frac{a'a''a'''x}{\alpha\alpha'\alpha''} \text{ u. s. w.},$$

aus sofort folgt, dafs die Winkel, unter welchen der äu-
ste Strahl EP die Axe EO'' in den verschiedenen Puncten
G, O, O'.... schneidet, folgende Werthe haben:

$$\text{Winkel in } F = \frac{x}{\alpha}$$

$$G = \frac{a'x}{\alpha\alpha'}$$

$$O = \frac{a'a''x}{\alpha\alpha'\alpha''}$$

$$O' = \frac{a'a''a'''x}{\alpha\alpha'\alpha''\alpha'''} \text{ u. s. w.}$$

der leuchtende Gegenstand E sehr weit vom ersten Spiegel
fernt, so ist $a = \infty$ und $\alpha = p$, wie bei den Linsen. Auch
d in diesem Falle die letzte der Gröfsen a'', a''', a^{iv}.....
ch der Brennweite der letzten Linse genommen werden,
l die durch diese Linse gebrochenen Strahlen unter sich
allel ins Auge treten müssen (übereinstimmend mit F. V.).

Ganz dieselben Ausdrücke, die wir oben (F. IV.) für die
öfse der Bilder oder (F. V.) für die Vergröfserung m des
ptrischen Fernrohrs oder (F. X.) für das halbe Gesichts-
d φ gefunden haben, werden auch für das gegenwärtige,
s Spiegeln und Linsen zusammengesetzte System gelten.

Ein wesentlicher Unterschied zwischen der Anwen der für Linsen gefundenen Ausdrücke auf Spiegel darf je hier nicht übersehn werden. Es ist der, welcher die Grö betrifft, die im Vorhergehenden so oft vorkommt. Ist lich Θ der Einfalls- und Θ' der gebrochene Winkel, s man für alle Linsen bekanntlich

$$\frac{\text{Sin.}\,\Theta}{\text{Sin.}\,\Theta'} = n.$$

Für den Uebergang des Lichts aus Luft in dichtere Kö wo der Strahl durch die Linse zum Einfallslothe hin g chen wird, ist $\Theta > \Theta'$, also auch $n > 1$. Für den U gang aus Luft in Glas kann man im Mittel $n = \frac{3}{2}$ anneh also auch für den Uebergang des Lichts aus Glas in Luft n Bei Spiegeln aber wird das auf sie fallende Licht von Oberfläche des Spiegels nicht aufgenommen, sondern, grö theils wenigstens, wieder zurückgeworfen, und zwar bek lich so, daſs der Einfallswinkel Θ gleich dem Reflexions kel Θ' oder daſs $\Theta = \Theta'$ ist. Diese beiden Gleichungen

$$\frac{\text{Sin.}\,\Theta}{\text{Sin.}\,\Theta'} = n \text{ für die Refraction}$$

und

$$\Theta = \Theta' \text{ für die Reflexion}$$

zeigen, daſs die Reflexion der Lichtstrahlen, analytisch bet tet, als ein besonderer Fall der Reflexion angesehn w kann, nämlich als eine Refraction, bei welcher der Ein winkel gleich dem gebrochenen Winkel ist, nur mit dem terschiede, daſs der reflectirte Strahl nicht der durch die chung bestimmten Richtung, sondern der entgegenges folgt. Mit andern Worten: die für die Refraction durch sen erhaltenen analytischen Ausdrücke werden auch fü Reflexion durch Spiegel gelten, wenn man nur in jene sten die Gröſse $n = -1$ setzt.

J. Parabolische und elliptische Spieg

Es ist bereits oben (B) gesagt worden, daſs man solche Spiegelformen finden kann, welche die Eigenschaf ben, daſs alle auf sie aus einem Puncte auffallenden Str wieder in einen einzigen Punct reflectirt werden, für w Spiegel daher die Abweichung wegen der Gestalt verschwi

ei den sphärischen Spiegeln als ein bedeutendes Hin-
's erscheint. Allein es wurde auch zugleich bemerkt,
ınsere Künstler solche Spiegel nicht mehr mit der erfor-
hen Genauigkeit darstellen können und dafs sie daher
en minder vollkommnen, aber sehr genau ausführbaren
ischen Spiegeln stehen bleiben müfsten.

Es ist bekannt, dafs in einem Hohlspiegel, welcher durch
Jmdrehung einer Parabel um ihre Axe entsteht, alle dieser
parallel einfallenden Strahlen nach der Reflexion genau im
ıpuncte der Parabel vereinigt werden, und dafs ebenso
inem Hohlspiegel, welcher durch die Umdrehung einer
se um ihre grofse Axe entsteht, die aus einem der bei-
Brennpuncte kommenden Strahlen nach der Reflexion
ıtlich in den andern Brennpunct der Ellipse reflectirt
en. Wegen dieser Eigenschaften hat man die paraboli-
ı und elliptischen Spiegel mit grofsen Hoffnungen eines
ılichen Erfolgs für Teleskope vorgeschlagen. Allein auch
ɪr jener Schwierigkeit der praktischen Ausführung hat
dabei nicht bedacht, dafs bei den parabolischen Spiegeln
ı schon die geringste Neigung der Strahlen gegen die Axe
unter sich selbst und ebenso bei den elliptischen Spie-
auch nur die kleinste Entfernung des leuchtenden Puncts
dem einen Brennpuncte der Ellipse bewirkt, dafs die Strahlen
der Reflexion keineswegs mehr in einem einzigen Puncte
inigt, sondern vielmehr sehr stark zerstreut werden, so dafs
ırch das Bild eines Gegenstandes, der auch nur eine ge-
e Ausdehnung im Raume hat, sehr undeutlich und ver-
t erscheinen mufs. Um diefs zu zeigen, sey ACP die
ugende Ellipse eines solchen Spiegels, AP ihre grofse
, F, F' ihre Brennpuncte und die auf der Axe senkrechte
e FB = z der leuchtende Gegenstand. Dieses vorausge-
t werden also die von dem Puncte F kommenden Strah-
allerdings genau in den Punct F' reflectirt und in diesem
ten Puncte wird daher ein deutliches Bild jenes ersten Punctes
rzeugt werden. Um aber auch den Vereinigungspunct der
dem äufsersten Puncte B des Objects FB nach der Re-
ion kommenden Strahlen zu finden, verlängere man BF
h f, so dafs BF = Ff werde, und ziehe durch den an-
n Brennpunct F' die Linie F'B' parallel mit FB so, dafs
Endpunct B' in die Verlängerung der Linie Af falle, so

Fig. 23.

ist B' der gesuchte Vereinigungspunct der von B komm Strahlen, vorausgesetzt, dafs die Oeffnung des Spiegel klein angenommen wird, weil nämlich die Axe PA senkrecht auf der Ellipse steht und so durch die ange Construction der Einfallswinkel gleich dem Reflexions gemacht wird. Ist also a die halbe grofse Axe, Excentricität der Ellipse und FB = z' das gesuchte Bil hat man wegen der Aehnlichkeit der Dreiecke AF AF'B'

$$z' = \frac{1+e}{1-e} . z.$$

Damit aber das Bild B' von B deutlich erscheine, mufs jede BC, der von B kommt, nach dem Puncte B' reflectirt w oder wenn Cq die Normale in C ist, so mufs für jede C der Winkel BCq gleich dem Winkel qCB' seyn. D doch die Winkel qCF und qCF' gleich grofs sind, s auch BCF = B'CF' seyn. Allein wir werden sogleich dafs diese Winkel $BCF = \omega$ und $B'CF' = \omega'$ nicht nicht gleich, sondern vielmehr beträchtlich von einander schieden sind.

Zu diesem Zwecke sey FC = r und AFC = ebenso $F'C = r' = 2a - r$ und $AF'C = \nu'$, so ha aus der bekannten Gleichung der Ellipse, wenn p den Parameter derselben bezeichnet,

$$r = \frac{p}{1 + e \operatorname{Cos.} \nu}, \quad r' = \frac{p}{1 - e \operatorname{Cos.} \nu'}$$

und

$$\operatorname{Sin.} \nu' = \frac{r}{r'} . \operatorname{Sin.} \nu.$$

Allein die Dreiecke BFC und B'F'C geben, wenn auf die vorhergehende Gleichung

$$(1 - e)\, z' = (1 + e)\, z$$

Rücksicht nimmt,

$$\operatorname{Tang.} \omega = \frac{z \operatorname{Cos.} \nu}{r + z \operatorname{Sin.} \nu},$$

$$\operatorname{Sin.} \nu' = \frac{r \operatorname{Sin.} \nu}{2a - r}$$

und überdiefs

$$\operatorname{Tang.} \omega' = \frac{z' \operatorname{Cos.} \nu'}{r' - z' \operatorname{Sin.} \nu'} = \frac{z' \operatorname{Cos.} \nu'}{2a - r - z' \operatorname{Sin.} \nu'}.$$

diesen Gleichungen kann man für jeden Werth von ν eiden Winkel ω und ω' finden. Zur bequemern Ueber- wollen wir den Winkel ν nur klein annehmen und die beiden he von ω und ω' in Reihen auflösen, in welchen wir Gröfsen von der Ordnung $z.\nu^2$ und $z^2.\nu$ vernachlässigen. r dieser Voraussetzung giebt die Gleichung für die El-

$$\frac{1}{r}\,\text{Cos.}\,\nu = \frac{1+e}{p} - (1+2e)\frac{\nu^2}{2p}$$

$$\frac{1}{r'}\,\text{Cos.}\,\nu' = \frac{1-e}{p} - \frac{(1-2e)\nu'^2}{2p},$$

endlich

$$\nu' = \frac{1-e}{1+e}.\nu.$$

tituirt man diese Werthe in den vorhergehenden Aus- ken von Tang. ω und Tang. ω', so erhält man

$$\text{Tang.}\,\omega = \frac{z(1+e)}{p} - (1+2e)\frac{z\nu^2}{2p} - (1+e)^2\frac{z^2\nu}{p^2}$$

$$\text{Tang.}\,\omega' = \frac{z'(1-e)}{p} - (1-2e)\frac{z'\nu'^2}{2p} + (1-e)^2\frac{z'^2\nu'}{p^2}$$

, wenn man in der letzten Gleichung die vorhergehenden the von z' und z substituirt,

$$\text{g.}\,\omega' = (1+e)\frac{z}{p} - \frac{(1-2e)(1-e)\,z\nu^2}{2(1+e)p} + (1-e^2).\frac{z^2\nu}{p^2}.$$

Differenz dieser beiden Werthe von Tang. ω' und Tang. ω t, da auch die Winkel ω' und ω nur klein sind,

$$\omega' - \omega = \frac{3ez\nu^2}{p(1+e)} + 2(1+e)\frac{z^2\nu}{p^2},$$

diese Gleichung zeigt, dafs nicht $\omega' = \omega$ ist, und dafs Differenz dieser Winkel oder dafs die daraus entstehende leutlichkeit des Bildes desto gröfser ist, je gröfser der bmesser z des leuchtenden Gegenstandes, je gröfser die e Oeffnung ν des Spiegels und je gröfser endlich die entricität e der Ellipse ist. Ist z. B. $\nu = 12° = 43200''$, $= 0{,}05$ Zoll und $p = 4{,}3$, so hat man für $e = 0{,}64$

$$\frac{3ez\nu^2\,\text{Sin.}\,1''}{p(1+e)} = 123''.$$

1

$$\frac{2(1+e)z^2\nu}{p^2} = 19'',1,$$

also auch die gesuchte Differenz

$$\omega' - \omega = 142'',1 = 0^0\ 2'\ 22'',1$$

oder bereits grofs genug, um schon eine sehr störende deutlichkeit des Bildes zu erzeugen, woraus aber folgt, die so oft zu Teleskopen vorgeschlagenen parabolischen hyperbolischen Spiegel, wenn sie auch von unsern Küns in der geforderten Schärfe erzeugt werden könnten, doch geeignet seyn würden, zur Vervollkommnung unserer leskope wesentlich beizutragen.

K. Newton's Teleskop.

Wir gehen nun zu der Beschreibung und Erklärung vorzüglichsten unserer Spiegelteleskope über.

Bald nach der Erfindung der dioptrischen Fernröhr Anfange des siebzehnten Jahrhunderts kam der italien Jesuit Niccolo Zucchi zuerst, wie es scheint, au Idee, der Objectivlinse von Glas einen Spiegel zu substi und auf diese Weise zuerst ein Spiegelteleskop auszuf Ohne Zucchi's Erfindung zu kennen, machte Mersenn das Jahr 1639 in Paris ähnliche Versuche, so wie 166 cob Gregory in England. Die beiden Letztern wollten d aus parabolische Spiegel in Aufnahme bringen, da sie ihnen allein die gewünschte Wirkung erwarteten. E bemächtigte sich Newton im Jahre 1668 dieses Gegenst und gab nicht nur zuerst eine vollkommene Beschreibun selben, sondern führte ihn auch auf eine Weise praktisc die die Bewunderung aller seiner Zeitgenossen auf sic Dieses *Newtonianische Teleskop*, wie es noch jetzt g wird, erhielt vorzüglich defswegen einen so allgemeinen fall, weil es die Gegenstände ohne alle Farbe an ihrem zeigte, was keines der damaligen dioptrischen Fernröh leisten im Stande gewesen war.

Aus dem Vorhergehenden ist bekannt, dafs die Lich len, die parallel mit der Axe auf einen sphärischen Ho gel einfallen, in einen Punct der Axe zurückgeworfen w der um den halben Halbmesser der Kugel entfernt is welcher der Spiegel einen Theil bildet. (A. Gleichu

es vorausgesetzt stelle P p p′ P′ einen hohlen Cylinder vor, Fig. 24.
auf irgend einem Fufsgestelle so befestigt ist, dafs er leicht
jedem Puncte des Himmels gerichtet werden kann. Das
Ende dieses Cylinders sey durch einen sphärischen Hohl-
gel P A P′ geschlossen, dessen Brennpunct F in der ge-
nschaftlichen Axe des Cylinders und des Spiegels so liegt,
AF gleich dem halben Halbmesser des Spiegels ist. Wird
nach der an dem andern Ende p p′ offene Cylinder so ge-
t, dafs von einem sehr entfernten Gegenstande die Licht-
hlen auf den Spiegel fallen, so wird in diesem Brennpuncte
ein farbenloses Bild jenes Gegenstandes entstehen. Wird
r der von dem Spiegel kommende Strahlenbüschel in einer
ngen Entfernung von F, wo dieser Büschel wegen der
nvergenz seiner Strahlen schon sehr eng geworden ist, durch
en kleinen ebenen Spiegel s a s′, der gegen die Axe A F
er einem Winkel von 45 Graden geneigt ist, aufgefangen,
mufs derselbe gegen F′ hin und so reflectirt werden, dafs
as′ = Fas und dafs aF = aF′ ist, weil der ebene Spiegel
e Convergenz oder die Neigung der Strahlen nicht ändert.
nn wird also das Bild des Gegenstandes im Puncte F′ er-
heinen. Wird nun in der Umgegend von F′ eine Oeffnung
der Cylinderwand angebracht und in dieser Oeffnung ein
derer kleiner Cylinder n n′ m′ m, so wird das Auge in O
rch Hülfe von Ocularlinsen, die in der kleinen Röhre
veckmäfsig angebracht sind, gleichsam durch ein Mikroskop
nes Bild in F′ deutlich sehen können. Diese Vorrichtung
ellt die Gegenstände verkehrt dar, wenn nicht, wie bei dem
rdfernrohre, durch mehrere Ocularlinsen für eine neue In-
ersion des Gegenstandes gesorgt wird, und man sieht über-
iefs die Gegenstände, welche man durch das Fernrohr be-
achtet, in einer auf ihre wahre Lage senkrechten Richtung
ler man sieht sie in der Richtung OF′, während man sie
it unbewaffnetem Auge in einer durch O gehenden und
it AF parallelen Lage sehen würde. Das Blatt r t, an
elchem der Spiegel s a s′ befestigt ist, dient dazu, diesen Spie-
el mittelst der Druckschraube H an dem Orte des Innern des
ylinders zu befestigen, wo die Bilder der Objecte am deut-
chsten erscheinen. Die Abweichung wegen der Farben ist bei
iesem und allen andern Spiegelteleskopen, wie bereits gesagt, nur
nsofern zu berücksichtigen, als mit diesen Instrumenten auch

Glaslinsen, zu den Ocularen nämlich, angewendet wer
Auch die Abweichung wegen der sphärischen Gestalt ist,
oben (B) gezeigt wurde, bei den Spiegeln beträchtlich kle
als bei den Linsen. Dessenungeachtet ist diese letzte Ab
chung bei Spiegeln von sehr groſser Oeffnung (und diese
für starke Vergröſserungen immer nothwendig) oft sehr
rend, und dieses ist auch die Ursache, warum man bei N
ton's Teleskope die Oeffnung des Spiegels nicht leicht gr
als $\frac{1}{12}$ oder $\frac{1}{15}$ ihrer Brennweite anzunehmen pflegt. W
die kleine Röhre nn'mm' nur eine einzige Ocularlinse
hält, so werden, bei stärkern Vergröſserungen wenigstens,
Ränder des Bildes schon farbig erscheinen. Man wird d
besser eine doppelte Linse anwenden und diese nach
einrichten, was oben[1] gesagt worden ist, um diese Farben
streuung aufzuheben.

Die Abweichung wegen der Gestalt aber ist (nach
wenn man a = h setzt, wie für Teleskope, durch
man nur sehr weit entfernte Gegenstände betrachten will,
gemessen ist,

$$R = \frac{mx^3}{4}.[P + \left(\frac{a'}{\alpha}\right)^4.P' + \left(\frac{a'a''}{\alpha\alpha'}\right)^4.P'' + \left(\frac{a'a''a'''}{\alpha\alpha'\alpha''}\right)^4.P''' + $$

und in diesem Ausdrucke gehören die in P'', P'''... mult
cirten Glieder bloſs den Ocularlinsen an, deren Wirkung
mer nur sehr klein ist und durch eine einfache Verände
der Stellung dieser Linsen leicht ganz unmerklich gemacht
den kann. Nicht so ist es mit den beiden ersten Gliedern
vorhergehenden Ausdrucks, die den beiden Spiegeln des
leskops angehören und die daher eine besondere Berück
tigung verdienen. Setzt man, für weit entfernte Gegenstä
a = ∞ und α = p, so findet man

$$P = \frac{1}{8p^3} \text{ und } P' = \frac{(\alpha' - a')^2}{8a'^2\alpha'^2p'},$$

so daſs man also hat

$$R = \frac{mx^3}{32p^3}\left[1 + \frac{a'^2(\alpha' - a')^2}{\alpha'^2pp'}\right]$$

und diese Gleichung gehört, wie man sieht, für alle Spie
teleskope. Für das Newtonianische, wo der zweite Spiegel
ebener ist, hat man p' = ∞ und daher

1 S. Art. *Mikroskop*. Bd. VI. S. 2241.

$$R = \frac{m x^3}{32 p^3}.$$

ser Ausdruck, der daher die ganze Wirkung des grofsen gels enthält, ist zwar viel kleiner, als er bei einer ebenso sen Linse seyn würde. Wenn aber die Oeffnung x des gels bedeutend und die Vergröfserung m stark ist, so R immer noch leicht einen so grofsen Werth haben, dafs rch die Deutlichkeit des Bildes gestört wird. Ist z. B. $= 100$ und $\frac{x}{p} = \frac{1}{20}$, so findet man

$$R = \frac{1}{2560} = 0^\circ\ 1'\ 21'',$$

n schon bedeutenden Winkel, der auf die Reinheit des es sehr nachtheilig einwirken kann.

Da es schwer, wenn nicht unmöglich ist, die Oeffnung s Spiegels, bei welcher die sphärische Abweichung noch unklich ist, theoretisch zu bestimmen, so wird es am gerasten seyn, zur Erfahrung zurückzugehen, und bei einzelnen ebenen Teleskopen zu sehen, wie weit man hierin gehn n. Es wurde oben (letzte Gleichung unter B) gezeigt, dafs, dieselbe sphärische Abweichung, die vierten Potenzen der fnung x sich wie die dritten Potenzen der Brennweite p Spiegels verhalten müssen. Sind demnach x und x' die en Oeffnungen zweier Objectivspiegel und p und p' ihre nnweiten, so hat man

$$x^4 : x'^4 = p^3 : p'^3,$$

auch

$$x = x' \sqrt[4]{\frac{p^3}{p'^3}}$$

r

$= h . \sqrt[4]{p^3}$, wenn nämlich der Kürze wegen $h = \frac{x'}{\sqrt[4]{p'^3}}$.

etzt wird. Bezeichnet aber y den Halbmesser des cylindrien Lichtbüschels, der nach der Refraction durch das Ocular aus ser Linse tritt, so mufs, da y wegen der Klarheit, die bei den Spiegeln dieselbe bleiben soll, der Vergröfserung umkehrt proportional ist, die Proportion bestehn:

$$m : m' = \frac{x}{} : \frac{x'}{y},$$

wo m die Vergrößerung des Teleskops bezeichnet. Da folgt

$$m = h' . \sqrt[4]{p^3},$$

wenn wieder

$$h = \frac{m'}{\sqrt[4]{p'^3}}$$

gesetzt wird. Da aber die Vergrößerung $m = \frac{p}{q}$ ist, wen die Brennweite der Ocularlinse bezeichnet, so hat man

$$q = \frac{p}{m} = \frac{1}{h'} . \sqrt[4]{p}.$$

Wir erhalten demnach folgende Ausdrücke

$$h = \frac{x'}{\sqrt[4]{p'^3}} \text{ und } h' = \frac{m'}{\sqrt[4]{p'^3}},$$

$$x = h . \sqrt[4]{p^3}, \; m = h' . \sqrt[4]{p^3} \text{ und } q = \frac{\sqrt[4]{p}}{h'},$$

und mittelst dieser Gleichungen wird man jedes Tele leicht mit einem andern, dessen Wirkung schon aus Beob tungen erprobt ist, vergleichen können. Um dieses durch Beispiel zu zeigen, wollen wir die Behauptung Hadley's, zuerst die Objectivspiegel der Teleskope zu einer namh Vollkommenheit gebracht hatte, zu Grunde legen, nach cher ein Objectivspiegel von 62½ engl. Zoll Focaldistanz Oeffnung von 5 Zoll und eine Ocularlinse von $\frac{3}{10}$ Zoll noch gut vertragen soll. Hadley macht dabei die Bemerkung, da solches Teleskop einem dioptrischen Fernrohre von Huyg von 123 Zoll Länge, aber ohne Röhre, völlig gleich zu achten indem er durch das erste alles das sehen konnte, was H ghens durch das letzte sah. Hadley sah mit jenem Tele nach seiner Versicherung die fünf entferntern Satelliten turns. Sucht man aus den obigen Bestimmungen die G der sphärischen Abweichung R dieses Hadley'schen Teles so findet man $\frac{x'}{p'} = \frac{1}{25}$, also auch R = 85″,9, eine G die man allerdings schon als die Grenze betrachten muſs ein Spiegelteleskop nicht leicht übersteigen darf. Betra man also, um das aufgestellte Beispiel weiter fortzuführen

einem Accent bezeichneten Gröfsen als dem Hadley'schen skop angehörende, so hat man

$$p' = 62,5,\ q' = 0,3,$$

$$x' = \tfrac{1}{2} \text{ und } m' = \frac{p'}{q'} = 208,33.$$

aus erhält man aber mittelst der vorigen Gleichungen

$$h = 0,1125,\ h' = 9,3722$$

$$x = 0,1125\sqrt[4]{p^3},$$

$$m = 9,3722\sqrt[4]{p^3},\ q = 0,1067\sqrt[4]{p}.$$

langt man also z. B. für einen Spiegel von 10 engl. Fufs aldistanz die Oeffnung x, die Vergröfserung m und die nnweite q des ihnen entsprechenden Oculars, so hat man

= 120 Zoll, und Log. $\sqrt[4]{p} = 0,51979$, so wie

$$\text{Log. } \sqrt[4]{p^3} = 1,55938,$$

o auch

$$x = 4,0777 \text{ Zoll}$$
$$m = 340$$
$$q = 0,353 \text{ Zoll.}$$

Die ganze Oeffnung des Objectivspiegels wird demnach = 8,1554, die Brennweite des Oculars q = 0,353, die rgröfserung m = 340 seyn.

Nach diesen Vorschriften hat Smith[1] folgende Tafel berechnet, die für die Künstler von gutem Gebrauche seyn ird.

1 Cours d'Optique. T. I. p. 394. éd. Avignon. 1767.

Brennweite des Objectivs	Brennweite des Oculars	Vergröfse-rung	Oeffnung des Objectivs 2x
1 Fuſs	0,61 Zoll	20	0,55 Zoll
2	0,85	28	0,77
3	1,05	34	0,95
4	1,20	40	1,09
5	1,35	44	1,23
6	1,47	49	1,34
7	1,60	53	1,45
8	1,71	56	1,55
9	1,80	60	1,64
10	1,90	63	1,73
15	2,32	77	2,12
20	2,70	89	2,45
25	3,01	100	2,74

Der erste vergleichende Blick, den man auf beide T wirft, zeigt schon die groſsen Vorzüge, die dem Spie leskope gegenüber dem dioptrischen Fernrohre zukom Ein Spiegel von 2 Fuſs Brennweite z. B. verträgt schon 102fache Vergröſserung, die man mit einem Huyghens Fernrohre erst mit einer Objectivlinse von 25 Fuſs Brenn erreichen kann. Es ist wahr, daſs die Erfindung der a matischen Fernröhre durch Dollond jene überwieg Vortheile der Spiegelteleskope um einen sehr groſsen vermindert hat, weil man den achromatischen Fernröhre ne viel gröſsere Oeffnung geben kann; auch ist nicht zu nen, daſs die feinpolirten Spiegel, wenn sie der Luft, b ders zur Nachtzeit, ausgesetzt werden, sehr leicht ox und matt, ja selbst ganz unbrauchbar werden, währen Gläser schon bei einer geringen Vorsicht leicht im guten stande erhalten werden können. Selbst die bequemere H habung der dioptrischen Fernröhre bei Beobachtungen un ihrer Anbringung an messende Instrumente, z. B. an die nomischen Kreise, spricht wieder für die letzteren, u mehr, da so groſse und kostbare Spiegel gewöhnlich nic ihren Rahmen bleiben, sondern nach vollendeter Beobac wieder herausgenommen und an einem Orte verwahrt w müssen, der gegen die Einwirkung der Luft und der F tigkeit geschützt ist, ein Verfahren, das die Spiegel zur wendung auf eigentliche *Meſsinstrumente* in der Astro

wendbar macht, da es nicht möglich ist, einen
en Spiegel genau wieder in seine frühere Lage zu
en und also auch frühere Beobachtungen mit spätern zu
eichen. Auf der andern Seite erfordern aber unsere
matischen Fernröhre, wenn sie sehr stark vergröfsern
n, auch sehr lange Röhren, die an Meridiankreisen z. B.
unbequem und selbst schädlich sind, da sie wegen ihrer
e mannigfaltigen Biegungen unterworfen sind, ein Vor-
, der die *dialytischen Fernröhre* nicht mehr trifft, wie sie
Plössl in Wien verfertigt werden, da sie bei gleicher
ung mit den achromatischen Fernröhren um den fünften
selbst vierten Theil kürzer seyn können, als diese.

Abgesehn aber von diesem eigentlich messenden Ge-
che der Fernröhre werden die Spiegelteleskope überall
als die vorzüglichsten Sehwerkzeuge anzuerkennen seyn,
es sich blofs um eine starke Vergröfserung und um eine
eutende Lichtstärke handelt, wie denn auch, in dieser Be-
ung, keines unserer bisherigen dioptrischen Fernröhre sol-
Leistungen aufzuweisen hat, wie sie die grofsen Spiegel-
skope Herschel's geliefert haben, die in Beziehung auf
Vergröfserung wenigstens von keinem andern erreicht
den sind. Nicht so vielleicht in Hinsicht auf Lichtstärke,
lich im Verhältnifs zu ihrer Gröfse. Denn wenn auch die
htstärke der Herschel'schen Teleskope viel gröfser seyn
g, als die unserer besten Fernröhre, da die Oberfläche ihrer
jectivspiegel ebenfalls die Oberfläche der Objectivlinsen so
it übertrifft, so scheint doch die Helligkeit dieser Spiegel
ch lange nicht so grofs zu seyn, als sie von so grofsen und
hlpolirten Flächen zu erwarten wäre. Die Ursache dieser
scheinung ist wahrscheinlich in der sphärischen Gestalt zu
chen, die Herschel, aus den oben angeführten Gründen,
seine Spiegel beibehalten hat. Bei Spiegeln von so gro-
r Oeffnung ist, wie wir oben gesehn haben, die Abwei-
ung R wegen der Sphäricität derselben nothwendig auch
deutend, und dadurch wird die Helligkeit oder eigentlich
e Reinheit und scharfe Begrenzung des Bildes ohne Zwei-
l sehr gestört. Anders scheint es sich mit denjenigen *para-
lischen* Spiegeln zu verhalten, die erst in den letzten Jahren
mici in Modena mit so grofser Vollkommenheit zu verfer-
gen wufste, dafs er mit einem seiner Teleskope dieser Art,

das 8 Fuſs Länge und nur 11 Zoll Oeffnung hatte, die telliten Jupiters selbst bei vollem Tageslichte deutlich konnte.

L. Gregory's Teleskop.

Es wurde bereits oben erwähnt, daſs JACOB GREGO England gegen das Jahr 1663, also mehrere Jahre vor N TON, Spiegelteleskope zu verfertigen suchte, von welchen die ersten seinen Wünschen nicht entsprachen, wahrschei weil die elliptische und parabolische Form, die er seinen S geln geben zu müssen glaubte, nicht in der hier nöth Vollkommenheit ausgeführt werden konnte. Nachdem N TON seine Construction des Teleskops bereits bekannt gen hatte, wendete sich auch GREGORY den sphärischen Spi wieder zu, gab ihnen aber eine andere Stellung, wodur den für die Beobachtungen allerdings bedeutenden Vorthe reichte, daſs er sein Teleskop in der Richtung der Gesi linie von dem Auge nach dem Gegenstande zu richten ko während bei der Einrichtung NEWTON's das Fernrohr au Gesichtslinie senkrecht stand. Nach dieser Constructio Fig. 25. P p p′ P′ ein bei p p′ offener Cylinder mit dem sphäris Spiegel b A b′, dessen Axe mit der Axe des Cylinders zu menfällt und der in seiner Mitte A durchbohrt ist. I Oeffnung A führt zu einem zweiten kleineren Cylinder P in welchem die beiden Ocularlinsen n und n′ enthalten Der Brennpunct dieses groſsen oder Objectivspiegels ist F auf der andern Seite dieses Punctes F ist ein anderer, klei concaver Spiegel s s′ auf derselben Axe aufgestellt, der von F kommenden Strahlen auf das Ocular n′ reflectirt, welchem sie auf das Ocular n und endlich in das Aug O geführt werden. Mittelst der Schraube H L kann der k Spiegel s s′ von dem groſsen b A b′ entfernt oder ihm g hert werden, bis das Bild des Gegenstandes am deutlic erscheint.

Es ist klar, daſs man zwei Hohlspiegel mit zwei O larlinsen auf verschiedene Weisen zu einem Spiegeltele zusammenstellen kann. Zuerst könnte man das von einem entfernten Gegenstande entworfene Bild F durch den kle Spiegel nach A bringen und daselbst durch ein einfaches C

vergrößert darstellen lassen, oder auch durch ein dop-
s Ocular n' und n, wie es in den von RAMSDEN verfer-
n Spiegelteleskopen dieser Art gewöhnlich ist. Allein bei
r Einrichtung wird das Gesichtsfeld des Teleskops zu
, und es ist schwierig, die gefärbten Ränder des letzten
es gänzlich wegzuschaffen. Auch läſst sich in der Gegend
er Oeffnung des groſsen Spiegels nicht wohl ein Diaphrag-
oder eine Blendung anbringen, da dieses die directen
tstrahlen hindern würde, die wichtigsten Theile des gro-
Spiegels, die nämlich nahe um seine Oeffnung herumlie-
zu erreichen. In der That muſs schon diese Oeffnung
st in der Mitte des Spiegels als ein groſser Nachtheil
Gregorianischen Teleskope betrachtet werden, da durch
elbe die Haupt- oder Centralstrahlen ganz verloren gehn.
sem letzten Uebelstände könnte man allerdings dadurch be-
nen, daſs man den zweiten oder kleinern Spiegel so stellt,
it das von ihm entworfene oder das zweite Bild in die
che des groſsen Spiegels selbst falle, wo dann die beiden
sen n' und n etwas gen O zurückgerückt werden müssen.
er dadurch wird doch den beiden andern Fehlern, dem zu
inen Gesichtsfelde und dem gefärbten Rande, nicht abge-
fen. Eine dritte Anordnung, und diese ist in der That
jenige, welche man bei der Construction dieser Teleskope
zugsweise gewählt hat, ist die, bei welcher das zweite
d zwischen die beiden Ocularlinsen fällt und wo überdieſs
erste dieser Linsen in der Oeffnung des groſsen Spiegels
bst steht.

Sey also PP' der groſse, in RR' durchbohrte und QQ' der kleine Spiegel, RR' und ss' die beiden Linsen und Gpq die gemeinschaftliche Axe dieser Linsen und Spiegel. Sey ferner F der Brennpunct des groſsen Spiegels, also auch Ff das verkehrte Bild eines entfernten Gegenstandes. Das zweite Bild würde, wenn die erste Linse RR' nicht da wäre, g seyn; da aber diese Linse die von F auf sie fallenden Strahlen mehr convergent macht, so werde dadurch dieses zweite Bild nach Hh gebracht, wo H der Brennpunct des zweiten Oculars ss' ist, so daſs also die Strahlen von dem zweiten Bilde Hh durch die letzte Linse ss' in unter sich parallelen Richtungen nach dem Auge O des Beobachters kom-

Fig. 26.

men. Nach dieser Anordnung haben wir also, wenn wi
oben eingeführten Bezeichnungen beibehalten,

$$Fp = \alpha = p, \quad Fq = a' \quad Gq = \alpha',$$

$$Gp = -a'', \quad Hp = \alpha'' \text{ und } Hn = a''' = p''',$$

wo p die Brennweite des grofsen Spiegels und p‴ die Br
weite der letzten Linse n ist. Ebenso wollen wir, wie m
p′ die Brennweite des kleinen Spiegels QQ′ und p″ di
ersten Linse RR′ nennen. Die halbe Oeffnung des g
Spiegels aber soll x und die halben Oeffnungen des kl
Spiegels, der Linse p und der Linse n in derselben Or
$p'\omega'$, $p''\omega''$, $p'''\omega'''$ seyn, wo, wie die Figur zeig
Gröfsen ω' und ω'' positiv, ω''' aber negativ ist. Vo
Gröfsen α, α', α'' ... und a, a′, a″, ... ist blofs die Grö
negativ, alle andern aber positiv, und m wird dann
eine negative Gröfse oder das letzte Bild des Teleskop
aufrecht seyn. Dieses vorausgesetzt mufs nun folgende
dingungsgleichungen genug gethan werden:

$$m = \frac{\alpha\alpha'\alpha''}{a'a''a'''}, \quad p'\omega' = (\alpha + a').\varphi$$

$$p''\omega'' = \left(\frac{\alpha\alpha'}{a''} - a''\right)\varphi + a''\omega'$$

$$\varphi = \frac{\omega''' - \omega'' + \omega'}{m+1},$$

welche Gleichungen alle aus F. I bis X. folgen. Da
lich noch die Linse RR′ in der Fläche des grofsen Sp
liegen soll, so mufs $\alpha + a' = \alpha' + a''$ seyn.

Um den gefärbten Rand der Bilder wegzuschaffen, m
man (nach G.)

$$\omega'' + \omega''' . \frac{a'''}{\alpha''} = 0$$

setzen, weil nämlich $\Theta' = 0$ und $\Theta'' = \Theta'''$ ist, wenn b
Linsen aus derselben Glasart genommen werden. Um a
auf positive Gröfsen zurückzubringen, wollen wir

$$\frac{\alpha}{a'} = P, \quad \frac{\alpha'}{a''} = -P', \quad \frac{\alpha''}{a'''} = P''$$

setzen und m in $-$ m, so wie ω''' in $-\omega'''$ verwandeln
dann für das gröfstmögliche Gesichtsfeld $\omega'' = \omega'''$ ge
werden mufs. Endlich wollen wir noch der Kürze we

$\zeta \cdot \omega'''$ setzen. Durch diese Anordnungen gehn die vor-
henden Gleichungen in folgende über:

$$(I)\ m = P P' P''; \quad (II)\ \frac{\zeta \omega''' P'}{a'} = (P+1) . \varphi$$

$$(III)\ \frac{\omega''' p''}{a''} = -(P P'+1)\varphi + \zeta . \omega'''; \ (IV)\ \varphi = \frac{(2-\zeta)\omega'''}{m-1}$$

$$(V)\ a'(P+1) = -a''(P'-1); \quad (VI)\ 1 - \frac{1}{P''} = 0.$$

Mit Hülfe dieser sechs Gleichungen sollen nun die sechs
en

$$\alpha,\ \alpha',\ \alpha'',\ a',\ a''\ \text{und}\ a'''$$

durch die letzten die Gröfsen m, ω''', φ und ζ bestimmt
en. Nehmen wir also die Gröfsen α, ω''' und m als ge-
n an, und lassen wir überdiefs die Gröfse P noch un-
mmt, da wir in der Folge bald Gelegenheit haben wer-
über sie auf eine angemessene Weise zu verfügen. Um
den angenommenen Gröfsen α, ω''', m und P alle übrigen
bestimmen, so giebt zuerst die Gleichung (VI)

$$P'' = 1,$$

aus sofort folgt

$$\alpha'' = a''' = p'''.$$

erdiefs giebt die Gleichung (I)

$$P' = \frac{m}{P}$$

aus der Stellung der Zeichnung folgt

$$a' = \frac{\alpha}{P}\ \text{und}\ a'' = -\frac{\alpha}{P'}.$$

nit giebt aber die Gleichung (V)

$$\alpha' = \frac{(P+1)\, m\, \alpha}{P(m-P)} \ .\ .\ (a)$$

der Fundamentalgleichung der Optik

$$\frac{1}{p'} = \frac{1}{a'} + \frac{1}{\alpha'}$$

folgt sofort, wenn man in ihr die vorhergehenden Wer-
von a' und α' substituirt,

$$p' = \frac{m(P+1) . \alpha}{m P(P+2) - P^2} \ .\ .\ (b)$$

berdiefs hat man

$$a'' = -\frac{\alpha'}{P'} = -\frac{P\alpha'}{m} = -\frac{(P+1)\alpha}{m-P} \ .\ .\ (c)$$

$$\frac{p'}{a'} = \frac{(P+1)m}{m(P+2)-P} \quad \ldots \quad (d)$$

Dieser Werth von $\frac{p'}{a'}$ aber, mit der Gleichung (II) verb[unden,]
giebt

$$\zeta\omega''' = \frac{m(P+2)-P}{m}.\varphi \quad \ldots \quad (e)$$

und da ebenso die Gleichung (IV) giebt

$$\zeta\omega''' = 2\omega''' - (m-1)\varphi,$$

so hat man, wenn man diese zwei Werthe von $\zeta\omega'''$ [einan]der gleich setzt,

$$\varphi = \frac{2m\omega'''}{m(m+1)+P(m-1)} \quad \ldots \quad (f)$$

Führt man diesen Werth von φ in der Gleichung (e) [ein, so]
wird

$$\zeta = \frac{2m(P+2)-2P}{m(m+1)+P(m-1)} \quad \ldots \quad (g)$$

Die Gleichung (III) aber giebt, wenn man in ihr die W[erthe]
von P', φ und ζ substituirt,

$$\frac{p''}{a''} = -\frac{2(m-1)(m-P)}{m(m+1)+P(m-1)} \quad \ldots \quad (h)$$

und diese, mit der Gleichung (c) multiplicirt, giebt

$$p'' = \frac{2(m-1)(P+1)\alpha}{m(m+1)+P(m-1)} \quad \ldots \quad (l)$$

Allein in Folge der Gleichung

$$\frac{1}{p''} = \frac{1}{a''} + \frac{1}{\alpha''}$$

hat man auch

$$\frac{p''}{\alpha''} = 1 - \frac{p''}{a''} = \frac{m(3m-1)-P(m-1)}{m(m+1)+P(m-1)} \quad \ldots \quad (m)$$

und die Division der Gleichung (l) durch (m) giebt

$$\alpha'' = a''' = p''' = \frac{2(m-1)(P+1)\alpha}{m(3m-1)-P(m-1)} \quad \ldots \quad (n)$$

Endlich hat man noch für die Distanz des Auges vo[n der]
letzten Linse (F. XI.)

$$\frac{p'''\omega'''}{m\varphi} = \frac{m(m+1)+P(m-1)}{2m^2}$$

oder annähernd

$$\frac{p''' \omega'''}{m \varphi} = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{1+P}{m}\right) p''' \ldots \quad (o)$$

emnach ist nur noch die angemessenste Bestimmung der
n ω''' und P übrig. Die Gröſse ω''' ist aber das Ver-
s der halben Oeffnung der letzten Linse zu ihrer Brenn-
Nach dem oben Gesagten wird man ω''' nahe gleich $\frac{1}{4}$
n, und dann wird die Oeffnung des ersten Oculars
$\frac{1}{2}$ p'' seyn. Da dieses Ocular in der Oeffnung des gro-
piegels stehn soll, so darf also p'' nicht gröſser seyn,
doppelte Durchmesser dieser Oeffnung. Wird ω''' noch
als $\frac{1}{4}$, so wird in demselben Verhältnisse auch das Ge-
eld vermindert werden. Um aber auch die Gröſse P zu
men, so wird man zuerst bemerken, daſs die Oeffnung
einen Spiegels nahe gleich seyn muſs der in der Mitte
oſsen Spiegels angebrachten Oeffnung. Damit aber das
einen namhaften Theil des Lichtcylinders erhalten kann,
n Rande des Gesichtsfeldes liegen, so muſs die Distanz
Mittelpuncte des kleinen Spiegels, nach welchem die äu-
en Hauptstrahlen gerichtet sind, beträchtlich kleiner seyn,
ie halbe Oeffnung desselben. Diese ist aber durch p' ω',
eiſst, durch ζp' ω''' gegeben, und sie ist, wenn der kleine
el mit der Oeffnung im groſsen Spiegel von gleicher
e angenommen wird, gleich

$$p'' \omega'' = p'' \omega'''.$$

uſs daher $\zeta p' < p''$ seyn. Allein die vorhergehende Glei-
g (g) giebt

$$\zeta p' = \frac{2m(P+1)\alpha}{m(m+1)P + (m-1)P^2},$$

mit einer hier hinlänglichen Annäherung

$$\zeta p' = \frac{p''}{P},$$

us daher folgt, daſs

$$\frac{p''}{P} < p''$$

, oder daſs überhaupt P eine Zahl seyn muſs, die gröſser
die Einheit ist. Nehmen wir also den kleinen Spiegel
ch groſs mit der Oeffnung in dem groſsen Spiegel und
men wir, wie dieses in den meisten besseren Gregoriani-
en Teleskopen der Fall ist, überdieſs den Halbmesser die-

ses kleinen Spiegels gleich dem fünften Theile des Hal
sers (d. h. der halben Oeffnung) des grofsen Spiegels a
dafs also die halbe Oeffnung des kleinen Spiegels gleic
ist. Damit alle der Axe parallele Strahlen von dem k
Spiegel aufgenommen werden können, mufs man für die
Oeffnung des kleinen Spiegels haben

$$x' = \frac{a'x}{\alpha} = \tfrac{1}{5}x,$$

und damit überdiefs ein namhafter Theil des gegen die
geneigten Strahlencylinders von dem Spiegel aufgefangen w
wird man

$$\frac{x}{5} > \frac{a'x}{\alpha}$$

annehmen, woraus dann folgt

$$\frac{\alpha}{a'} > 5.$$

Wir werden daher, damit das Gesichtsfeld nicht zu se
schränkt werde, P gleich 6 oder 7 annehmen können.
endlich das Verhältnifs von m und $\alpha = p$, d. h. das Ve
nifs der Vergröfserung des Teleskops zur Brennweite de
fsen Spiegels betrifft, so wird dasselbe von der Oeffnun
hängen, die man diesem grofsen Spiegel geben will;
Oeffnung aber hängt wieder ab von der *Gestalt* dieses
gels. Für parabolische Spiegel z. B. wird man diese Oe
ohne Zweifel viel gröfser annehmen können, als für sph
weil bei den letzten die Abweichung wegen der Ge
grofs ist, wenn die Oeffnung bedeutend genommen wir

Um das Vorhergehende auf ein Beispiel anzuwenden,
welches zugleich der Gebrauch jener Formeln am deutl
wird, so sey von dem grofsen Spiegel

die Brennweite $\alpha = p = 9$ Zoll,
die halbe Oeffnung $x = 1{,}15$ Zoll

und der Halbmesser der Oeffnung in diesem Spiegel g
Zoll. Man suche die Dimensionen des kleinen Spiege
der beiden Ocularlinsen, um eine Vergröfserung von
erzeugen, wobei man zugleich die Gröfse des Gesicht
und die Helligkeit des Teleskops bestimmen soll. N
wir $P = 6$ an, so geben die vorhergehenden Ausdrücke
der Ordnung folgende numerische Werthe:

$p' = 1{,}419$ Zoll $\qquad a' = 1{,}600$ Zoll
$p'' = 2{,}099$ - $\qquad \alpha' = 12{,}544$ -
$p''' = 0{,}819 = a''' = \alpha'' \qquad a'' = -1{,}344$ -

istanz des Auges von der letzten Linse ist $= 0{,}459$ Zoll, tanz der beiden Spiegel aber $= \alpha + a' = \alpha' + a'' = 11{,}200$ und die der beiden Linsen endlich $= \alpha'' + a''' = 1{,}639$ wo die erste Linse genau in der Oeffnung des grofsen ls angebracht wird. Um das entsprechende Gesichtsfeld Teleskops zu bestimmen, wird man die Gröfse ω''' su- Da nun der Halbmesser der Oeffnung in dem grofsen l oder, was dasselbe ist, da die halbe Oeffnung der er- inse gleich $\frac{1}{4}$ Zoll ist, so wird $p''\omega''' = \frac{1}{4}$, also auch

$$\omega''' = \frac{1}{4p''} = \frac{1}{8{,}396} = 0{,}119$$

und mit diesem Werthe von ω''' giebt die vorherge- Gleichung (f)

$$\varphi = 0{,}003787$$

, wenn man diese Zahl durch 3438 multiplicirt,

$$\varphi = 13{,}06 \text{ Minuten},$$

afs also das ganze Gesichtsfeld nahe 26 Minuten umfassen

Für die Helligkeit endlich hat man (vergl. F. VII.)

$$y = \frac{x}{m} = \frac{1{,}15}{56} = 0{,}02 = \frac{1}{50}$$ [1].

h ist übrig, die Abweichung wegen der Gestalt bei einem gorianischen Spiegelteleskop zu bestimmen. Nach dem oben agten hat man

---

1 Hätte man $P = 5$ angenommen, so würde man bei den vori- Werthen von p und m erhalten haben:

$p' = 1{,}66$ Zoll $\qquad a' = 1{,}92$ Zoll
$p'' = 1{,}83$ — $\qquad \alpha' = 12{,}6$ —
$p''' = 0{,}70$ — $\qquad a'' = -1{,}13$ —
$\qquad \alpha'' = 0{,}70$ —
$\qquad a''' = 0{,}70$ —

l damit wird die Distanz des Auges von der letzten Linse $= 0{,}4$, der beiden Spiegel $= 11{,}52$ und endlich die der beiden Ocular- sen $= 1{,}4$ Zoll. Ferner hat man

$$\omega''' = \frac{1}{4p''} = 0{,}137 \text{ und daher } \varphi = 15{,}2 \text{ Min.},$$

o das Gesichtsfeld um nahe 2 Min. im Halbmesser gröfser, als zu- r.

$$R = \frac{mx^3}{32p^3}\left[1 + \frac{a'^2(\alpha - a')^2}{\alpha'^2 pp'}\right].$$

In dem vorhergehenden Beispiele war aber

$$m = 56, \quad \frac{x}{p} = 0{,}12, \quad p = 9{,}6,$$
$$p' = 1{,}419, \quad a' = 1{,}6 \text{ und } \alpha' = 12{,}544.$$

Substituirt man diese Werthe in der vorhergehenden Gleic
so erhält man

$$R = 0{,}003438,$$

das heifst

$$R = 11{,}82 \text{ Minuten.}$$

Diese Abweichung ist aber zu grofs, als dafs von einem
leskope dieser Art eine bedeutende Wirkung zu erw
wäre, wenn nicht etwa der grofse Spiegel parabolisch ges
fen wird. In der That ist dieses Beispiel nach einem
Short in England verfertigten Teleskope genommen w
das für eines seiner besten galt und in welchem der
Spiegel parabolisch gewesen seyn soll.

M. Cassegrain's Teleskop.

Dieses Teleskop unterscheidet sich von dem Grego
schen nur dadurch, dafs der kleine Spiegel, der im Gre
nischen gleich dem grofsen concav ist, *convex* geno
wird, dafs es also auch die Gegenstände verkehrt da
wenn anders dieser Umstand durch mehrere Oculare
Fig. 27. wieder verändert wird. Bei diesem ist PP der grofse, i
ner Mitte ebenfalls durchbohrte concave Spiegel, der s
Brennpunct in F hat; QQ' ist der kleine convexe Sp
der die von dem grofsen Spiegel nach F reflectirten Str
durch die Oeffnung RR' nach G wirft, so dafs statt des l
in F, dessen Entstehung durch den kleinen Spiegel geh
wird, das erste Bild in G entsteht. Die Linse p in der
nung RR' des grofsen Spiegels macht endlich die erwäh
von dem kleinen Spiegel nach G geführten Strahlen
convergent, so dafs dadurch jenes Bild Gg näher an den
fsen Spiegel, nach Hh gebracht wird, und dieses Bild
wird dann durch die zweite Ocularlinse SS' von dem
in O betrachtet. Aus dieser Erklärung folgt sofort 1)

Auge den Gegenstand in verkehrter Richtung sieht; 2) für dieses Teleskop in den obigen Formeln die Gröfsen nd a' negativ sind und dafs, da der kleine Spiegel die ihn fallenden Strahlen nach dem Punct G' bringen soll, Gröfse a' gröfser als p' seyn mufs; 3) dafs $\alpha' = qG$ po-, $a'' = pG$ negativ und $\alpha'' = pH$ negativ ist; 4) dafs Klarsehn $Hs = a''' = p'''$ seyn mufs; 5) dafs ω' negativ weil p' negativ und $p'\omega'$ immer positiv ist; 6) endlich ω'' negativ und ω''' positiv ist, weil der gegen g und h chtete Hauptstrahl die Linsen RR' und SS' über der Axe . Dieses vorausgesetzt werden daher unsere allgemeinen chungen, wenn wir sie auf positive Gröfsen zurückfüh- folgende seyn:

$$\omega' = -\zeta\omega''', \quad \omega'' = -\omega''',$$

$$\frac{\alpha}{a'} = -P, \frac{\alpha'}{a''} = -P', \frac{\alpha''}{a'''} = P''',$$

dafs man daher folgende Ausdrücke erhält:

$$)\ldots m = PP'P'; \qquad (II)\ldots \frac{\zeta\omega''' p'}{a'} = (P-1).\varphi;$$

$$)\ldots -\frac{\omega''' p''}{a''} = (PP'-1)\varphi - \zeta\omega'''; \quad (IV)\ldots \varphi = \frac{(2-\zeta)\omega'''}{m+1};$$

$$)\ldots a'(P-1) = a''(P'-1); \quad (VI)\ldots 1 - \frac{1}{P''} = 0.$$

rfahren wir mit diesen Gleichungen wie oben beim Grego-nischen Teleskop, so erhalten wir, wie oben, die Glei-ungen (a) bis (e):

$$a' = -\frac{\alpha}{P}; \quad \alpha' = \frac{\alpha(P-1)m}{P(m-P)};$$

$$p' = -\frac{m(P-1)\alpha}{mP(P-2)+P^2}; \; a'' = -\frac{\alpha(P-1)}{m-P};$$

$$= a''' = p''' = \frac{2(m+1)(P-1)\alpha}{m(3m+1)-P(m+1)}; p'' = \frac{2(m+1)(P-1)\alpha}{m(m-1)+P(m+1)};$$

$$\zeta = \frac{2m(P-2)+2P}{m(m-1)+P(m+1)}; \varphi = \frac{2m\omega'''}{m(m-1)+P(m+1)}.$$

und endlich für die Distanz des Auges von der letzten L
den Ausdruck

$$\frac{\omega''' p'''}{m \varphi} \text{ oder nahe } \tfrac{1}{2} p''' \left(1 + \frac{P-1}{m}\right).$$

Da die Lichtstrahlen, die von dem kleinen Spiegel QQ'
genommen werden, gegen den Punct F convergiren, so i
hinreichend, diesen Spiegel nicht größer, als die Oeff
RR' des grofsen Spiegels zu machen. Ist also die Oeff
des letzten gleich $\frac{1}{2}$. PP', so wird auch die halbe Oeff
des kleinen Spiegels gleich $\frac{1}{2}$x seyn, so dafs man also,
im Gregorianischen Teleskope, die Gröfse P gleich 5 od
nehmen kann. Die Brennweite p und die Oeffnung x
grofsen Spiegels, die einer bestimmten Vergröfserung m
sprechen soll, wird von der Vorzüglichkeit abhängen,
welcher der Künstler diesen Spiegel ausgearbeitet hat.
jede schädliche Abweichung wegen der Gestalt zu verme
wird die parabolische Gestalt, wenn sie sonst mit der n
gen Schärfe ausgeführt werden kann, vorzuziehen seyn.
man dabei, wie oben bei dem Newtonianischen Teleskope
schehn ist, irgend ein schon vollendetes vorzügliches Instru
dieser Art zu Grunde, so wird man, um bei einem neuen
selbe Helligkeit und dieselbe Abweichung wegen der sp
schen Gestalt zu erhalten, nach dem oben Gesagten die
ten Potenzen der Brennweite den vierten Potenzen der Oeff
gen proportional setzen. Bezeichnet daher p' und x' die Br
weite und halbe Oeffnung des bereits vollendeten Instrumen
Beziehung auf den grofsen Spiegel desselben, und nennt m
und x dieselben Gröfsen für den neuen Spiegel, so hat m

$$p^3 : p'^3 = x^4 : x'^4,$$

so dafs daher

$$p = \frac{x}{x'} \cdot p' \sqrt[3]{\frac{x}{x'}}$$

seyn wird. Um auch dieses durch ein numerisches Bei
zu erläutern, legen wir mit Klügel[1] ein als gut anerka
Teleskop von Short zu Grunde, für welches p' = 9,6
x' = 1,15 Zoll war. Um darnach ein Cassegrain'sches
leskop mit der Vergröfserung m = 50 zu construiren, hat
wegen der Helligkeit

1 Analytische Dioptrik.

$$y = \frac{1}{50} \text{ Zoll, also auch } x = \frac{m}{50} = 1 \text{ Zoll,}$$

us man nach der letzten Gleichung für p findet

$$p = \alpha = \frac{9,6}{1,15} \sqrt[3]{\frac{1}{1,15}} = 7,97 \text{ Zoll.}$$

t man der gröſsern Einfachheit der Rechnung wegen $p = 8$ $x = 1$ und den Halbmesser der Oeffnung im groſsen gel gleich $\frac{x}{5} = 0,2$ Zoll, und überdieſs $m = 50$ und $P = 5$, rhält man

$a' = -1,600$ Zoll; $\alpha' = 7,111$ Zoll
$a'' = -0,711$ — $\alpha'' = a''' = 0,447$ —
$p' = -2,064$ — $p'' = 1,207$ —
$p''' = a''' = 0,447$ —

daraus folgt sofort:

Distanz der beiden Spiegel $= \alpha + a' = 6,400$ Zoll
. . . der beiden Linsen $= \alpha'' + a''' = 0,895$ —
. . . des Auges von der letzten Linse $= 0,242$ —

wieder die erste Linse in der Oeffnung RR′ des groſsen egels angenommen wurde. Um bei diesem Fernrohre auch h das Gesichtsfeld zu bestimmen, muſs man zuerst den erth von ω''' kennen. Für die erste Linse hat man die halbe ffnung gleich $p'' \omega'''$, also auch, wenn man diese Linse so ſs, wie die Oeffnung RR′ macht, $p'' \omega''' = 0,2$ Zoll, und her

$$\omega''' = \frac{0,2}{1,207} = \frac{1}{6,033}.$$

ieses giebt

$$\varphi = \frac{\omega}{27,05} = \frac{1}{163,2}$$

ler in Minuten des Bogens ausgedrückt

$$\varphi = 21,07 \text{ Min.}$$

Es läſst sich über diese Teleskope noch Folgendes bemeren. Will man bei ihnen die Abweichung wegen der Gestalt inzlich beseitigen, so muſs der groſse Spiegel parabolisch, er kleine aber hyperbolisch seyn, während beim Gregoriaischen Teleskope für den parabolischen groſsen Spiegel der leine elliptisch seyn soll. Doch kann man für beide Instruente den kleinen Spiegel immerhin sphärisch nehmen, da

der zu befürchtende Fehler des Instruments wegen der Ge
doch bei weitem am meisten vom grofsen Spiegel abhä
während der kleine Spiegel und die Oculare nur einen
geringen Einflufs darauf äufsern. Auch ist bei dem Ca
grain'schen Teleskope zu bemerken, dafs wegen des *negat*
Werthes von p', indem der kleine Spiegel *convex* ist,
Glieder der sphärischen Abweichung in dem obigen Ausdru
von R, die von dem kleinen Spiegel und den beiden Oc
ren abhängen, sich zum Theil gegenseitig aufheben, so
also, wenn der Einflufs des grofsen Spiegels derselbe bl
die sphärische Abweichung bei dem Cassegrain'schen Telesk
immer kleiner seyn wird, als bei dem Gregorianischen.
geschickte Auswahl der Krümmung beider Ocularlinsen
diese sphärische Abweichung, sslbst die vom grofsen Spi
kommende, noch weiter vermindern können, was aber der
schicklichkeit des praktischen Künstlers überlassen bleibt,
es sich theoretisch nicht gut ohne Umständlichkeit durch
ren läfst[1].

Man hat den Gregorianischen und Cassegrain'schen
leskopen den Vorwurf gemacht, dafs der in seiner M
durchbohrte Spiegel die vorzüglichsten Lichtstrahlen
wirksam und dadurch die Klarheit der Bilder schwä
mache, was beim Newton'schen Instrumente nicht der
ist. Der Vorwurf ist allerdings gerecht, aber er w
wieder dadurch gleichsam ersetzt, dafs man jene beiden T
leskope leichter auf die zu untersuchenden Gegenstände r
ten oder pointiren kann, was beim Newton'schen nicht
Fall ist. Uebrigens wird man bei den grofsen Telesko
wo es auf eine sehr starke Vergröfserung und auf die gr
mögliche Helligkeit ankommt, keine der drei bisher erwä
ten Constructionen vorziehn, sondern sich an diejenige
ten, die der ältere Herschel bei seinen grofsen Telesko
ausgeführt hat.

N. Herschel's Teleskop.

Der schon öfter erwähnte englische Optiker Short h
eine Reihe so trefflicher Gregorianischer Teleskope gelie

1 Mehreres über diesen Gegenstand findet man in Euler's Diop
ca und in Klügel's analytischer Dioptrik.

diese Construction lange Zeit nach ihm für die beste, ja die einzig wahre gehalten wurde. Dadurch hatte man von Newton ersonnene einfache und sinnreiche Ein-:ung der Teleskope beinahe ganz vergessen. Aber Her-el liefs sich von dieser, obgleich allgemein verbreiteten icht nicht verführen und kehrte wieder zu Newton's Ein-tung zurück, die er aber für Teleskope von grofsen Di-sionen wesentlich verbesserte. Seine Arbeiten in diesem he bilden wohl den glänzendsten Theil der Geschichte un-r Katoptrik. Mit dem ihn auszeichnenden Eifer verfertigte selbst mehrere Hunderte von Teleskopen nach Newton's struction und im Jahre 1785 begann er, von seinem Mon-nen Georg III. unterstützt, das gröfste Instrument dieser , das vierzig englische Fufs Länge und dessen Spiegel 49 l im Durchmesser als seine doppelte Oeffnung hatte. Mit-t kleiner convexer Linsen konnte er die Vergröfserung des-ben bis auf 6400 treiben, ohne sein Instrument zu überla-n, während bei den gröfsten dioptrischen Fernröhren (die raunhofer für Dorpat und Berlin geliefert hat) der Durch-esser des Objectivs nur 9 Par. Zoll, und die stärkste Ver-öfserung nicht über 600, also mehr als zehnmal kleiner, als i Herschel's Teleskope, ist.

Bei diesem gröfsten aller Spiegelteleskope brauchte Her-hel blofs den erwähnten grofsen Spiegel ohne den kleinen. ieser grofse Spiegel wurde in PAP', aber etwas schief ge-n die Axe AF des Rohrs PP'pp', aufgestellt, so dafs das ild F, welches dieser Spiegel von sehr entfernten Gegenstän-en entwirft, gegen die andere Oeffnung pp' der Röhre, et-a in die Nähe von B hinfällt, wo dann das Auge des Be-bachters dieses Bild nur durch eine stark vergröfsernde ein-che oder doppelte Glaslinse sehn kann. Diese schiefe Stel-ng des Bildes aufser der Axe hat den Zweck, dafs der opf des Beobachters keinen zu grofsen Theil der von dem egenstande auf den grofsen Spiegel PP' fallenden Strahlen be-ecken oder aufhalten sollte. Fig. 24.

So viel man übrigens sich auch von diesem Riesenre-ector versprechen durfte, so lieferte er doch lange nicht alle lie Früchte, die man von ihm erwartete. Der grofse Spiegel ver-or, indem er sich in der kühlen Nachtluft mit Dünsten über-zog und oxydirte, sehr bald seine hohe Politur und mufste,



da man so grofse Summen nicht mehr als einmal auf ihn v
wenden wollte, zur Seite gestellt werden. Die eigentlich
Entdeckungen am Himmel, die W. Herschel für alle Z
unsterblich machen, wurden mit einem von ihm selbst verf
tigten Newtonianischen Teleskop gemacht, das 20 Fufs Bren
weite und 18 Zoll im Durchmesser seines grofsen Spieg
hielt, dasselbe, womit auch später sein Sohn, John Hersch
viele seiner interessantesten Beobachtungen gemacht hat.

O. Ramage's Teleskop.

Seit dem älteren Herschel in London und Schröt
in Lilienthal hat man sich besonders mit der Verfertigung u
Verbesserung der dioptrischen Fernröhre beschäftigt, wozu
Deutschland vorzüglich Fraunhofer in München durch sei
grofsen Refractoren Veranlassung gab. Seitdem hat, erst
unsern Tagen, Ramage in Aberdeen wieder die Spiegelteleskо
mit erneuertem Eifer vorgenommen. Er verfertigte mehr
grofse und stark vergröfsernde Instrumente dieser Art, a
nach Newton's Construction mit Weglassung des klein
Spiegels. Das gröfste dieser Spiegelteleskope in England u
wohl in der ganzen Welt, da Herschel's 40füfsiger R
flector, wie gesagt, aufser Gebrauch ist, wurde im Jahre 18
in dem Kön. Observatorium zu Greenwich aufgestellt. I
grofse Spiegel hat 25 engl. Fufs Brennweite und 15 Zoll
Durchmesser. Das ihn einschliefsende Rohr ist ein 12seit
Prisma von Holz, und der dazu angebrachte Apparat, z
Aufstellung und zum Gebrauche desselben, ist ebenso ei
fach als sinnreich und wird als ein Meisterstück der neue
Mechanik betrachtet.

P. Prismen-Teleskop.

Im Jahre 1812 zeigte zuerst Brewster [1], dafs man dur
die Combination zweier Prismen von derselben Materie ei
ganz farbenlose Refraction erzeugen kann. Wenn man e
dreiseitiges Prisma so hält, dafs die brechende Fläche dess
ben horizontal liegt, und wenn man dann durch dasselbe z.

---

1 Treatise on new philosophical Instruments. Lond. 1813.

Fensterscheibe betrachtet, so wird man, indem man das
ma um seine verticale Axe dreht, eine Stellung desselben
en, für welche die Scheibe in ihrer natürlichen Gröfse er-
int. Diese Stellung wird diejenige seyn, für welche die
htstrahlen unter demselben Winkel aus dem Prisma heraus-
en, unter welchem sie in dasselbe gefahren sind. Dreht
n dann weiter die brechende Fläche gegen das Fenster hin,
wird sich die Scheibe in ihrer verticalen Richtung auszu-
nen oder länger zu werden scheinen. Wenn man aber
demselben Prisma die brechende Fläche in einer vertica-
Stellung hält und wie zuvor dreht, so wird sich die Scheibe
horizontaler Richtung auszudehnen oder sie wird breiter zu
rden scheinen. Verbindet man demnach zwei Prismen in
n beiden erwähnten Lagen, so wird dadurch die Fenster-
heibe und überhaupt jeder andere durch diese beiden Pris-
en betrachtete Gegenstand sowohl in Länge als auch in
eite ausgedehnt, er wird nach allen seinen Richtungen *ver-
öfsert* erscheinen und wir werden gleichsam ein aus zwei
rismen zusammengesetztes Teleskop haben. Allein die Bilder
nes solchen Teleskops sind zugleich mit allen prismatischen Far-
n im Ueberflusse versehn und das Instrument wird in die-
m Zustande unbrauchbar seyn. Diesem Uebel zu begegnen
ebt es aber drei Mittel. I. Man kann die Prismen von einer
lchen Glasart nehmen, die alle gefärbten Strahlen bis auf
nen einzigen in sich aufnimmt, so dafs man also blofs ein
omogenes, einfarbiges Licht erhält, oder, was dasselbe ist,
an kann zu den Prismen das gewöhnliche Glas nehmen, aber
afür eine Scheibe von jenem Glase vorstellen, welches alle
nders gefärbte Strahlen absorbirt. II. Man kann, statt der
ewöhnlichen Prismen, achromatische nehmen, und endlich III.
an kann noch zwei andere, den beiden ersten ganz gleiche
rismen, aber in umgekehrten Lagen, neben jenes erste Paar
tellen, und diese letzte Art möchte die beste in der Ausfüh-
ung seyn.

Aus der Zeichnung erkennt man leicht die Construction
lieses Prismen-Teleskops. A B und A C sind zwei Prismen von
lerselben Glasart, denselben brechenden Winkeln und mit
enkrecht stehenden Brechungsflächen; E D und E F sind zwei
andere, den ersten völlig ähnliche Prismen, auf dieselbe Weise
gestellt, nur dafs ihre Brechungsflächen horizontal sind. Von

Fig. 28.

dem Objecte M tritt ein Lichtstrahl Ma in das erste Pris EF bei a und verläfst das zweite Prisma ED bei b, tritt das dritte Prisma AC bei c und verläfst das vierte Pris AB bei d, um von da in das Auge O zu kommen. I durch diese vier Prismen betrachtete Gegenstand M wird v den beiden Prismen EF und ED in horizontaler und v den beiden Prismen AB und AC in verticaler Richtung v gröfsert.

Die ersten dieser Instrumente liefs David Brewst ihr Erfinder, in Schottland ausführen, und sie wurden c selbst unter dem Namen *Teinoscope* verfertigt. Auch Bla in England verfertigte mehrere derselben. Später wurden von Amici in Modena, der vielleicht selbst auf diese I kam, in grofser Vollkommenheit verfertigt. Die brechen Winkel der vier Prismen sind nahe gleich 15 Graden. I brigens ist bei der Construction dieses Instruments die v kommene Gleichheit der vier Prismen nicht absolut nothw dig. Es genügt, wenn nur die beiden AB und DE ur sich und wenn auch AC und EF unter sich gleich sind, v man den noch übrig bleibenden Rest der Farben des ei Prisma's durch eine kleine Veränderung in der Lage des a dern Prisma's leicht wegschaffen kann. Aus demselben Gru ist es auch nicht nothwendig, dafs alle vier Prismen von d selben Glasart genommen werden.

Q. Blair's und Barlow's aplanatische Teleskope.

Die zuerst von dem grofsen Leonh. Euler angere Idee der mit Flüssigkeiten angefüllten Objective, die Geleg heit zur Entdeckung der achromatischen Fernröhre gegeben h nahm in den neuern Zeiten Robert Blair wieder in d von Euler aufgestellten Sinne vor[1]. Statt des von Eu vorgeschlagenen reinen Wassers nahm er Auflösungen v Salzen, durch welche die Farbenzerstreuung des Wassers b trächtlich vermehrt wird, so wie Oele, von welchen mehre wie das Steinöl oder das aus Steinkohlen und Bernstein g wonnene Oel, sich zu diesem Zwecke sehr angemessen g

1 Transactions of the Roy. Soc. of Edinburgh. T. II.

haben sollen. Blair nannte diese Objective *aplanatische*, lurch sie, nach seiner Behauptung, in der That *alle* Farben hoben werden sollen, während man bei den gewöhnlichen matischen Fernröhren mit zwei oder drei Glaslinsen nur wei äufsersten Farben zu vereinigen sucht. Blair verte im J. 1789 ein solches Fernrohr von 12 Zoll Brenn- und 2 Zoll Oeffnung, das 140mal vergröfserte und nach nson's Zeugnifs[1] ein gewöhnliches achromatisches Fernrohr Dollond von 42 Zoll Brennweite übertroffen haben soll. e aplanatischen Fernröhre wurden erst in den letzten Jahvon Barlow weiter vervollkommnet, indem er die zweite ncave Linse mit Schwefelalkohol (*Sulphuretum carboni-*, *Sulphuret of carbon*) füllte und sie überdiefs in einer ichtlichen Distanz von der ersten Linse stellte, während ir beide Linsen, wie dieses bei den gewöhnlichen achroschen Fernröhren geschieht, nahe in unmittelbare Berüh- gebracht hatte. Diese Fernröhre von Barlow sollen sich h verhältnifsmäfsig sehr kurze Brennweite und durch ihre se Oeffnung auszeichnen. Barlow verfertigte ein solches natisches Fernrohr von 6 Zoll Oeffnung und 7 Fufs Länge, en Wirkung von Brewster und Baily ungemein gepriewurde. Man hat diesen, mit Flüssigkeiten gefüllten Obven den Vorwurf gemacht, dafs diese Flüssigkeiten bald lunsten oder durch Ansetzung von Krystallen u. s. w. deeriren. Allein Baily sah ein von Blair schon vor 30 en verfertigtes Objectiv dieser Art, das noch in ganz kommenem Zustande war. Auch soll nach Barlow diese ssigkeit, wenn es erfordert wird, bald und leicht wieder ch eine neue ersetzt werden können. Gröfsern Nachtheil man vielleicht, wie Fraunhofer sagte, von den Aendegen dieser Flüssigkeiten zu befürchten, die durch die Temtur erzeugt werden, da sie z. B. bei Sonnenbeobachtun-, wo sie den Strahlen dieses Gestirns ausgesetzt werden ssen, in Wallungen gerathen, die den Beobachtungen sehr ädlich entgegenwirken. Dafs der Schwefelalkohol unter n bisher bekannten Körpern die gröfste Farbenzerstreuungsft hat, bemerkte zuerst Brewster im Jahre 1813. Diese ft ist bei dieser Flüssigkeit gleich 0,077, während sie

1 Edinburgh Journ. of Science. No. VIII.

beim Glase nur 0,027 und selbst beim Diamant nur 0,05
Nur Cassiaöl hat 0,089, also eine noch gröfsere Kraft;
dieses Oel ist aus andern Gründen zu Fernröhren nich
anwendbar, wie jener Alkohol. Die ungemeine Flüchti
dieses Alkohols ist allerdings ein Hindernifs seiner An
dung zu optischen Instrumenten, aber da wir Mittel h
diese zu bekämpfen, so ist wohl kein Zweifel, dafs
Schwefelalkohol eine der wichtigsten Flüssigkeiten für
Construction optischer Instrumente ist, die vielleicht er
Nachwelt nach ihrem vollen Werthe erkennen wird[1].

Eines der vorzüglichsten dieser aplanatischen Fern
Barlow's hat eine einfache Objectivlinse von Glas, die 7,
Oeffnung und 78 Zoll Brennweite besitzt. In der Entfe
von 40 Zoll von dieser convexen Glaslinse stellte er eine
cave mit Schwefelalkohol gefüllte Linse auf, deren B
weite 59,8 Zoll hatte, so dafs die auf die Glaslinse p
auffallenden Strahlen, die nach der Brechung durch
Linse gegen ihren Brennpunct convergiren, vor ihrer V
nigung in diesem Brennpuncte von der concaven Alkoh
aufgefangen werden und dadurch ihren Vereinigungspun
der Entfernung von 104 Zoll von der Alkohollinse ode
144 Zoll (12 engl. Fufs) von der Glaslinse erhalten. De
kohol ist zwischen zwei Menisken enthalten, die mit
eingeriebenen Glasringe sorgfältig geschlossen sind, so
der Krümmungshalbmesser der einen hohlen, gegen das
gekehrten Fläche der Alkohollinse 144 und der der a
gegen die Glaslinse gerichteten Fläche 56,4 ist. Die I
in welcher beide Linsen sich eingeschlossen befinden, h
Fufs Länge und die kleinere Röhre für die Oculare h
nen Fufs. Dieses Fernrohr vertrug eine Vergröfserung
700 und zeigte die feinsten Doppelsterne des Verzeich
von South und Herschel noch sehr deutlich. Mit der
gröfserung von 120 erschien Venus schön weifs und
begrenzt, aber mit 360 zeigte sie schon einiges Farben
Saturn mit 120maliger Vergröfserung gab einen sehr sc
Anblick, die Duplicität des Rings war schon deutlich erke
aber mit 360maliger zeigte er sich noch viel deutlicher.

1 Brewster in Edinburgh Phil. Trans. T. VIII. p. 285.

Achromatische Sonnenteleskope mit einfachen Linsen.

Schon D'Alembert hat gezeigt, dafs man ein *achroma-* *es* Teleskop mit einer einfachen Objectivlinse und mit r Ocularlinse construiren kann, wenn man nur die Glas-, von welchen man diese zwei Linsen nimmt, von ver-edner Brechbarkeit und Farbenzerstreuung auswählt. Zu m Zwecke hat er das Ocular concav und von einer viel ern Dispersivkraft, als das Objectiv, zu nehmen vorge-gen. Allein die treffliche Idee blieb unausgeführt, weil damals die Körper in Beziehung auf ihre Dispersivkraft nicht hinlänglich kannte. Ja selbst in unsern Tagen hat diesen Vorschlag nur noch für Theaterperspective ange-dt; es könnte aber eine Zeit kommen, wo man auf diese infachung der dioptrischen Fernröhre wieder mit gröfserem en zurückkommen wird, als man durch Herschel auf die fection des Newtonianischen Teleskops gekommen ist. Dieser den kleinen Spiegel weg, unsere Nachfolger werden viel-ht die zweite Objectivlinse weglassen und doch, blofs h die Verschiedenheit der Glasart, vollkommen achromati- Fernröhre mit blofs zwei Linsen erbauen, die nicht mehr iel Licht absorbiren, als unsere gegenwärtigen sehr dicken pellinsen und unsere vielfachen Oculare. Brewster gt zu diesem Zwecke einstweilen, allerdings nur wieder Theaterperspective, folgende Construction vor, wobei die ectivlinse von einer wenig und die Ocularlinse von einer r stark farbenzerstreuenden Glasart genommen und zu-ch vorzüglich die rothen Strahlen, als die schädlichsten, eitigt werden sollen.

Objectivlinse von	Ocularlinse von	Vergröfserung.
Kronglas . . .	Flintglas	$1\frac{1}{4}$
Wasser	Cassiaöl	2
Bergkrystall . .	Flintglas	2
Bergkrystall . .	Anisöl	3
Kronglas . . .	Cassiaöl	3
Bergkrystall . .	Cassiaöl	6

Wenn man aber ein Teleskop blofs für sehr stark be-htete Gegenstände, z. B. blofs für die *Sonne* brauchen will,

so läſst sich noch eine andere sehr wesentliche Vereinfacl
anbringen. Man kann nämlich die einfache Objectivlinse
aus irgend einer willkürlichen Glasart machen, aber dafür
Ocular oder eine der Ocularlinsen aus einer solchen Gl
nehmen, die nur homogenes Licht von einer bestimmten F
durchläſst. Selbst ein Planglas der letzten Art, vor das
strument gestellt, wird schon zu demselben Zweck führen
nen. Am vortheilhaftesten wird man durch dieses Mittel
Farben, bis auf die rothe, absorbiren lassen, wozu man
kanntlich mehr als ein Mittel hat. Das Objectiv wird, d
einfach ist, noch der sphärischen Abweichung unterw
seyn; aber wenn man die Krümmungsradien dieses Obje
gehörig gewählt hat, so wird man, da es sich bei einem
chen Instrumente nur um Beobachtungen der so stark l
tenden Sonne handelt, schon mit einer kleinen Oeffnung
Objectivs sich begnügen können, ohne der Helligkeit des l
dadurch Eintrag zu thun. Für geringe Oeffnungen abe
wie man aus dem Vorhergehenden weiſs, auch die sphä
Abweichung immer nur gering. Wenn ein solches In
ment von gröſserer Brennweite mit Umsicht und Geschick
keit ausgeführt wird, so wird man, wie Brewster n
damit mehr in der Sonne sehn, als man bisher mit u
besten Fernröhren gesehen hat. Wenn wir einen festen
flüssigen Körper finden könnten, welcher alle Farben
Spectrums, nur die gelbe nicht, vollkommen absorbirt
dürfte ein Teleskop dieser Art auch für Tagbeobacht
und selbst für alle astronomische Zwecke auf eine ganz
zügliche Weise geeignet erscheinen. Sollte dereinst die l
den Linsen oder Spiegeln eine parabolische oder hype
sche Fläche genau zu geben, erfunden werden, so w
alle diese hindernden Rücksichten, die aus der sphäri
Abweichung entstehn, mit einem Male entfernt werden
unsere Kunst, optische astronomische Instrumente zu ve
gen, würde einen sehr groſsen Schritt zu ihrer Volle
zurücklegen.

Selbst wenn man sich bloſs des rothen Lichts be
will, könnte man die optischen Instrumente, vorzüglic
zur Astronomie bestimmten, auf eine sehr einfache Weis
deutend vervollkommnen. Wenn z. B. die rothen St
den zehnten Theil der gesammten weiſsen Strahlen b

rfte man nur die Fläche des Objectivs zehnmal gröſser
en, um wieder dieselbe Helligkeit zu erhalten. Dadurch
zwar die sphärische Abweichung allerdings bedeutend ver-
rt werden, aber wenn man bedenkt, daſs diese sphärische
ichung zu der, die von der Farbenzerstreuung entsteht, sich
wie 1 zu 1200 verhält, so wird man in der Vergröſse-
des Objectivs ziemlich weit gehn können, ohne der
eit des Bildes bedeutenden Abbruch zu thun. Bei un-
gewöhnlichen Fernröhren wird man ohne Zweifel schon
Vortheile erlangen, wenn man bei ihnen solche gefärbte
r anwendet, die auch nur die äuſsersten rothen Farben
Spectrums absorbiren, wenn sie auch nicht ein vollkom-
farbenloses oder homogenes (gleichfarbiges) Bild erzeu-
Diese Bemerkung könnte für die Besitzer (und ihre
ist nicht gering) solcher achromatischen Fernröhre sehr
ich werden, die zu den mittelmäſsigen gehören, und mit
n sie doch, ohne groſsen Kostenaufwand, weiter gehen
ten, als sie bisher im Stande waren.

Bei vielen dieser letzterwähnten Fernröhre hebt die Flint-
inse die Farbenzerstreuung der Kronglaslinse nicht ganz
oder, was ebenso oft geschieht, sie hebt diese Zerstreuung
als auf, wodurch die Bilder wieder im farbigen Saume
einen. Ueberhaupt zeigen alle achromatische Fernröhre,
us Kron- und Flintglas gemacht sind, die sogenannten
ndären Farben, nämlich die weingelbe und die grünliche
e, die den Rand der Bilder mehr oder weniger umgeben.
hon diese Randfarben bei einem nur einigermaſsen guten
rohre sehr fein und leicht aufgetragen erscheinen, so ist
och besser, sie gänzlich zu entfernen, und das kann sehr
t durch solche Gläser geschehn, welche diese Farben
biren, ohne der Intensität des Lichts bedeutend Eintrag
hun. Die dazu geeigneten Glasarten wird man offenbar
ichersten durch Experimente finden, da jene secundären
en selbst wieder bei verschiedenen Fernröhren verschie-
sind, indem sie von der Natur der Glasart abhängen, die
zu den beiden Linsen genommen hat.

8. Absorption des Lichts durch Reflex und durch Refraction.

Wenn das Licht von der Oberfläche eines Körpers rückgeworfen wird, oder wenn es, nachdem es einen du sichtigen Körper durchdrungen hat, auf der andern Seite selben den Körper wieder verläfst oder gebrochen wir geht in beiden Fällen ein Theil des auf den Körper ge nen Lichtes verloren oder es wird absorbirt. Da abe jeder Verlust des Lichtes als ein Schaden für das op Instrument betrachtet werden mufs, so läfst sich die sch oft aufgeworfene Frage, ob man die dioptrischen oder die optrischen Instrumente vorziehen, ob man diese oder zu vervollkommnen streben soll, wenigstens in einer H beziehung, auch so stellen: *Geht unter übrigens gleichen ständen bei der Refraction oder bei der Reflexion Licht verloren?*

Um diese für die optischen Instrumente höchst wi Frage zu beantworten, mufs man zuerst die Absorption näher kennen lernen. Bekanntlich absorbiren selbst durchsichtige Körper, wie Wasser, Luft u. s. w., we sehr dicke Schichten bilden, einen grofsen Theil Lichts. Darum sehen wir auf den Gipfeln hoher Berg Licht der Sterne so viel heller und darum sehn wir die hellsten Körper, wenn sie am Grunde eines tiefen sers liegen, gar nicht mehr. Die absorbirende Kraft de zeigt sich uns im Grofsen an den gefärbten Wolken, d morgendlichen oder abendlichen Himmel schmücken, u des Wassers sieht man am besten unter der Taucherg wo selbst die Sonne am Mittag in einer dunkelrothen erscheint. In diesen beiden Fällen werden nur gewisse Strahlen des Spectrums vorzugsweise absorbirt, und zw den genannten Beispielen alle bis auf die rothe, die allei zu den Wolken und hier zu dem Auge des Tauchers Weg findet. Unter allen uns bekannten Körpern absorb Holzkohle das meiste Licht, derselbe Körper aber ist zu in einem hohen Grade durchsichtig, wenn er in seh dünntem Zustande als Gas oder wenn er krystallisirt al mant auftritt. Ebenso sind die meisten Metalle im Zu der Auflösung durchsichtig, feine Gold- und Silberbl.

das Licht in groſser Menge durch sich gehen, und die erscheinen dabei in einem schönen grünlichen, die zwei-n einem blauen Lichte.

Ueber die eigentliche Ursache dieser Absorption ist man nicht im Klaren. Man hat geglaubt, daſs die Lichttheil- von den Elementen des absorbirenden Körpers nach Richtungen reflectirt, oder auch, daſs sie durch die in n Elementen wohnenden Kräfte zurückgestoſsen und dann diesen Körpern selbst in eine Art von Assimilation ge-it werden. Allein dann müſsten stark absorbirende Kör- wie die Holzkohle, wenn sie längere Zeit einem starken te, z. B. dem der Sonne, ausgesetzt werden, eine Art von phorescenz annehmen oder doch in einer weiſsen Farbe heinen. Da aber im Gegentheile alles Licht, welches in Körper dringt, nie mehr sichtbar wird, so scheint es, das Licht von den Elementen des Körpers aufgehalten unterdrückt wird und dann in der Form einer imponde-eln Materie in dem Körper verbleibt.

Es ist nicht unwahrscheinlich, daſs diese Körper, welche Licht stark absorbiren, an ihrer Oberfläche aus einer gro- Anzahl von dünnen Blättern bestehn. Wenn z. B. die rste dieser dünnen Schichten die Kraft besitzt, von dem sie fallenden Lichte den 10. Theil, also z. B. 100 von 1000 sie fallenden Strahlen zu absorbiren, so werden $\frac{9}{10}$ des prünglichen Lichts oder 900 Strahlen auf die zweite Schicht en, diese absorbirt wieder den 10. Theil derselben oder Strahlen, so daſs also nur 810 auf die dritte Schicht fallen rden, u. s. w. Daraus folgt, daſs die Quantität des von em Körper durchgeschickten Lichts durch eine gegebene Anzahl n Schichten gleich ist dem durch eine Schicht durchge-ickten Lichte erhoben auf eine Potenz, deren Exponent die zahl dieser Schichten ist. Werden also durch eine Schicht Strahlen durchgeschickt, so werden durch drei Schichten

$$\left(\frac{9}{10}\right)^3 = \frac{729}{1000}$$

er es werden 729 Strahlen von 1000 durchgeschickt werden und Menge der absorbirten Strahlen wird 271 seyn. Mit andern orten: die durchgelassene Lichtmenge vermindert sich in geo-etrischer Progression, während die Dicke der Schichten in ithmetischer zunimmt. Nimmt man daher die Einheit für e Menge der einfallenden Strahlen und x für die Men-

ge derjenigen Strahlen, welche übrig bleiben, nac
die Einheit des Wegs durchlaufen ist, so ist für den zu
gelegten Weg t die übrigbleibende Lichtmenge gleich x^t.
x offenbar ein ächter Bruch oder kleiner als die Einh
Bezeichnet daher a die Anzahl der rothen Strahlen in e
weifsen Lichtstrahl, a' die der orangefarbigen, a'' der ge
Strahlen u. s. w., so wird der durchgelassene Strahl, nac
er die Tiefe t erreicht hat, durch

$$a . x^t + a' . x'^t + a'' . x''^t + ..$$

ausgedrückt werden, wo jedes Glied die Intensität des
sprechenden gefärbten Strahls giebt und wo die Intensit
weifsen Strahls gleich $a + a' + a'' + ...$ ist; daraus
dafs eine vollständige Absorption des Lichts streng ge
men bei keiner endlichen Dicke der Schichten statt
kann und dafs, wenn x für einen Strahl sehr klein ist,
eine mäfsige Dicke den Bruch x^t auf eine ganz unme
Gröfse herabbringen wird. Wenn z. B. eine Glasplatte
der Dicke eines Zehntel Zolls nur ein Zehntel der a
fallenden Strahlen absorbirt, so wird eine Platte von e
Zoll Dicke nur

$$(\tfrac{9}{10})^{10}$$

oder sie wird nur 304 von 1000 Strahlen durchlassen, w
rend eine 10 Zoll dicke Platte nur

$$(\tfrac{9}{10})^{100} = 0{,}0000266,$$

das heifst, von 100000 Strahlen nur noch 3 durchlassen
so dafs daher die letzte Platte für unsere Sinne sch
eine völlig undurchsichtige zu halten ist.

Wir haben in dem Vorhergehenden die einzelnen Fa
unterschieden. In der That ist auch bei allen Körpern die Abso
der rothen Strahlen z. B. eine ganz andere, als die der b
oder gelben u. s. w. Gewisse Wolken absorbiren z. B.
blauen Strahlen und werfen nur die rothen zurück, wä
andere wieder, wie es scheint, alle Farben in gleicher M
absorbiren und also auch reflectiren, da man durch
Wolken die Sonne und den Mond ganz in weifser Farbe
blickt. Verdünnte Tinte z. B. ist ein solcher Körper, de
Farben in gleichem Mafse verschlingt, und W. Herschel
sie deshalb angewendet, um durch sie ein ganz weifses S
nenbild zu erhalten. Dasselbe thut unter den harten Körpe
der Obsidian.

Alle eigentlich gefärbten Körper, feste sowohl als flüssige,
en auf verschiedene Farben auch verschieden. In der
: sind sie ja auch nur deshalb gefärbte Körper, weil sie
farbigen Strahlen des Lichts auf verschiedene Weise in
aufnehmen. Wie aber auch die Farbe eines Mittels be-
ıffen seyn mag, so läſst es doch alle Strahlen hindurch,
ın die Dicke desselben unendlich klein ist. Denn ist $t = 0$,
wird x^t gleich 1 seyn, wie auch x beschaffen seyn mag.
er sind alle dünnen Glasblasen und Glasplatten, wenn sie
ı aus gefärbtem Glase geformt worden sind, farblos, und
elbe gilt auch von dem Dampfe der gefärbten Flüssigkei-
Wenn hingegen das Mittel auch nur in geringem Grade
ge Strahlen leichter durchgehn läſst, als andere, so kann
Mittel so dick gemacht werden, daſs es jede beliebige
bung erhält; denn ist x auch nur ein wenig kleiner als
Einheit und finden zwischen den Werthen von x für ver-
iedene Strahlen auch nur sehr geringe Unterschiede statt,
kann man durch die Vergröſserung von t, das heiſst, durch
Vergröſserung der Dicke des Körpers die Gröſse x^t so
in machen als man will. Bei sehr dunkel gefärbten Mit-
n sind alle Werthe von x, x', x''.... sehr klein. Wären
aber alle genau gleich groſs, so würde das Mittel bloſs
Licht aufhalten, ohne den hindurchgehenden Strahl zu
ben. Körper dieser Art sind uns bis jetzt noch unbe-
nnt.

Ohne diesen interessanten Gegenstand hier weiter zu ver-
lgen, wollen wir nur zusehn, ob diese Absorption des
chts bei dioptrischen oder bei katoptrischen Fernröhren, alles
rige gleich gesetzt, gröſser ist. Der jüngere Herschel ist,
er war wenigstens früher, der Ansicht, daſs Metallspiegel
ihrem höchst polirten Zustande nur den dritten Theil des
f sie fallenden Lichts absorbiren, wonach dann den Spiegel-
leskopen ein sehr groſser Vortheil über die Fernröhre mit
laslinsen eingeräumt werden müſste. Auch sind, nach dem-
lben ausgezeichneten Beobachter, unsere Refractoren den
eflectoren erst dann gleich zu achten, wenn die Oeff-
ung des Objectivs bei den ersten gleich 0,85 der Oeff-
ung der Spiegel bei den zweiten ist, so daſs z. B. seinem
0füſsigen Reflector mit einem Spiegel von 18 Zoll im Durch-
nesser ein Refractor erst dann gleichgesetzt werden könnte,

wenn die Oeffnung oder der Durchmesser des Objectivs bei
letztern 18mal 0,85 oder 15$\frac{3}{10}$ Zoll betrüge, eine Gröſse,
noch keine unserer Objectivlinsen erreicht hat. Das oben
wähnte Riesenteleskop von Herschel, dessen Länge 40
beträgt, hat einen Spiegel von 48 Zoll im Durchmesser.
dioptrisches Fernrohr müſste daher eine Objectivlinse
48mal 0,85 oder von 40,8 Zoll, das heiſst, von 3 Fuſs $4\frac{1}{3}$
haben, um nach jener Schätzung dem 40füſsigen Spiegelt
skope gleich zu kommen. Es ist aber nicht wahrscheinl
daſs wir je so groſse Glaslinsen erhalten werden, da, die
ſse homogene Masse selbst abgerechnet, die Schwierigke
der Gestaltgebung einer solchen Linse mit ihrer Gröſse in
nem solchen Verhältnisse wachsen, welches das der drit
Potenz des Durchmessers dieser Linsen weit übersteigt.
lein die Sache scheint sich nicht so zu verhalten, und Fra
hofer lieſs sich durch jene Behauptungen nicht irre mac
sondern fuhr vielmehr fort, die dioptrischen Fernröhre we
zu vervollkommnen, denen er die Spiegelteleskope sehr na
setzen zu müssen glaubte. Er behauptete nämlich, daſs
Spiegel von dem auf sie fallenden Lichte viel mehr absor
ren, als bei dem Durchgange desselben durch Objectivlin
von Glas verloren geht. Es ist mir unbekannt, ob Fra
hofer darüber eigene, concludente Beobachtungen anges
hat, aber seine Ansicht wurde vollkommen durch diejeni
sehr umständlichen, Beobachtungen bestätigt, die später Pott
angestellt hat. Nach diesen Beobachtungen gehen bei der
flexion von metallnen Spiegeln von jeden 100 Strahlen
also beinahe die Hälfte (nicht, wie oben gesagt wurde,
Drittel), verloren, und dieses zwar, wenn sie auf ebe
Spiegeln unter 45 Graden auffallen. Dazu kommt noch
Unvollkommenheit der Reflexion, die von der nicht vö
glatten Oberfläche selbst der bestpolirten Spiegel abhängt
die, nach demselben Beobachter, das auf die Spiegel falle
Licht fünf- bis sechsmal mehr nach allen Richtungen z
streut, als dieses bei der Refraction durch Glaslinsen der
ist. Würden diese Unvollkommenheiten der Reflexion
Refraction bei Spiegeln und Linsen nahe von derselben Gr
seyn, so würde das Herschel'sche Teleskop, dessen Spie

1 Edinburgh Journ. of Science. N. VI. p. 283.

oll Durchmesser hat, zu dem gröfsten Refractor Fraun-
n's, dessen Objectiv 9 Zoll im Durchmesser beträgt, sich
alten wie 48^2 zu 9^2 oder wie 28 zu 1. Allein die Be-
htungen Struve's in Dorpat, besonders die an den fein-
Doppelsternen, zeigen, dafs er mit seinem Refractor von
unhofer fast alles das sehn kann, was Herschel mit
en grofsen Reflectoren gesehn hat. Wenigstens gilt dieses
den doppelten und vielfachen Sternen; ob es auch von
viel lichtschwächeren Sternhaufen und Nebeln gilt, wird
Folge lehren.

T. Prüfung der Teleskope.

Das beste und sicherste Mittel, Instrumente dieser Art
Beziehung auf ihre Leistungen zu prüfen, ist unmittelbare
bachtung desselben Gegenstandes, unter denselben Ver-
tnissen und wo möglich zu gleicher Zeit, mit verschiednen
trumenten. Wenn ein solches Instrument auf den Na-
n eines vorzüglichen gerechten Anspruch machen soll, so
fs das Bild, welches die Objectivlinse oder der Objectiv-
egel von den durch dasselbe betrachteten Gegenständen im
ennpuncte bildet, so beschaffen seyn, dafs es alle Strahlen,
von einem bestimmten Puncte des Gegenstandes kom-
n, bei diesem Bilde wieder in einen einzigen Punct ver-
igt, und dafs diese einzelnen Puncte, ohne auf einander zu
len, unter sich durchaus dieselben Verhältnisse ihrer Lagen
halten, welche sie in dem beobachteten Gegenstande selbst
ben. Sind diese Lagen im Bilde in einem andern Verhält-
sse, als in dem äufsern Gegenstande, so wird das Bild ver-
gen oder verzerrt erscheinen, und fallen mehrere Puncte, die
Gegenstande getrennt sind, im Bilde zusammen, oder ent-
ehn endlich, wegen der Farbenzerstreuung, von einem
uncte des Gegenstandes mehrere Bilder, so wird dadurch
as ganze Bild undeutlich, schlecht begrenzt und verworren
rscheinen, und dieses desto mehr, je stärker das Ocular jenes
ild vergröfsert, so dafs man mit einem solchen Fernrohre bei
inem schwach vergröfsernden Oculare wohl noch erträglich,
ei einer starken Vergröfserung aber nur sehr undeutlich sehn
kann. Die Reinheit des Bildes im Brennpuncte des Objectivs

oder die eigentliche Güte des Fernrohrs hängt nämlich g
tentheils nur eben von diesem *Objective* ab, daher auch
ses allein den Werth und die oft so bedeutenden Koster
Fernrohrs bestimmt. Das Ocular aber soll blofs das von
Objectiv erzeugte Bild vergröfsern, und dieses kann ohne
Kunst, Mühe und Kosten selbst durch eine einfache l
geschehn, obschon hiermit nicht gesagt werden soll, daſ
Oculare als ein unwesentlicher Theil dieser optischen In
mente zu betrachten seyen, da sie, wenn sie fehlerhaft
struirt sind, dem Bilde, also auch dem Eindrucke desselbe
Auge des Beobachters schaden, und da sie, die blofs zur
gröfserung dieses Bildes bestimmt sind, auch alle die F
vergröfsern, die durch eine unrichtige Construction des
jectivs in dieses Bild gekommen sind. Welches bessere
tel könnte man aber wohl wünschen, um zu entscheiden
das Objectiv eines Fernrohrs auch in der That alle von
verschiednen Puncten eines Gegenstandes kommenden Stra
wieder genau in ebenso viele scharf begrenzte Puncte v
nige, als eben die Doppelsterne, von welchen am Sch
des letzten Absatzes (S) die Rede war. Es ist bekannt,
alle Fixsterne in unsern Fernröhren nur als ebenso viele
theilbare Puncte, ohne alle scheinbare Durchmesser, ge
werden. Zwar sieht man sie nur zu oft auch noch als
merkbare Scheibchen von nicht immer kreisförmiger, son
meistens unregelmäfsiger Gestalt, mit mehr oder weniger St
len umgeben, etwa so, wie man selbst mit freien Augen
gröfsern Sterne oder auch die Flamme eines entfernten L
oder eine Strafsenlaterne zu sehn pflegt. Aber diese Stra
sind eben nichts, als eigentliche Fehler, die ihren Grund v
züglich in der unrichtigen Construction der gewöhnlichen F
röhre, zum Theil aber auch in einer Aberration unseres e
nen Auges haben. Ein richtig construirtes Fernrohr soll
allen diesen parasitischen Strahlen vollkommen frei seyn
jeden, auch den hellsten Fixstern nur als einen Punct o
merkbaren Durchmesser zeigen. Ob diefs geschieht, wird
aber am besten durch Betrachtung der Doppelsterne, beson
der sehr nahe bei einander stehenden, bei diesen hellglän
den, auf dem dunklen Hintergrunde des Himmels leuchten
Puncten zeigen. Wenn nämlich das Fernrohr das oben
wähnte parasitische Licht nicht gänzlich aufzuheben im Sta

› werden besonders diejenigen Doppelsterne, von welchen
ine oder auch beide von bedeutender Gröſse und Hellig-
sind, nicht mehr als zwei rein getrennte, sondern sie
en vielmehr als ein einziger, etwas in die Länge gezo-
r Stern erscheinen und ihre Duplicität wird nicht mehr
hervortreten. Aber auch diejenigen Doppelsterne, die
e aus sehr feinen, aber sehr nahe bei einander stehenden,
nen bestehn, werden in einem minder vollkommnen Rohre
reder nicht mehr als doppelt, oder auch wohl gar nicht
ıeinen, so daſs man also auf diese Weise nicht nur von
richtigen Gestalt seiner Objectivlinse sich überzeugen,
lern auch von der *Sehkraft* oder, wie sie Her-
el zu nennen pflegt, von der *raumdurchdringenden Kraft*
es Fernrohrs ein bestimmtes Maſs erhalten kann, nach wel-
n man mehrere dieser Instrumente schicklich unter ein-
er zu vergleichen vermag. Wenn ich sage, daſs ich mit
nem Fernrohre bei einer bestimmten Vergröſserung, wäh-
d einer sternhellen Nacht, ohne Mond und unter günstigen
rhältnissen diese oder jene feinen Doppelsterne deutlich und
timmt gesehn habe, so gebe ich dadurch jedem Andern ein
ıeres Mittel, zu entscheiden, ob sein Fernrohr wenigstens
nso gut ist, als jenes. Zu diesem Zwecke folgen hier
ırere dieser Doppelsterne, die sowohl für schwächere als
h für stärkere Fernröhre als Prüfungsmittel vortheilhaft
raucht werden können.

Sehr leicht und schon durch gewöhnliche achromatische
rnröhre von etwa 2 Fuſs Brennweite und 2 Zoll Oeffnung
ennbare Doppelsterne sind:

	AR	P	Δ	Gröſse
Ursae majoris.	$= 13^h 17'$	$= 34^\circ\ 9'$	$= 14''$	III und IV
Andromedae	1 53	.. 48 30	... 11	.... III und V
Serpentis	18 48	.. 86 2	... 22	.... IV und IV
Herculis	16 0	.. 72 29	... 31	.... V und VI
Lyrae	18 39	.. 52 36	... 44	.... III und IV

› AR die Rectascension, P die Poldistanz, Δ die Entfer-
ng der beiden Sterne und die römischen Zahlen ihre schein-
re Gröſse bezeichnen. Stärkere Fernröhre, etwa von 4 Fuſs
ennweite und $3\frac{1}{2}$ Zoll Oeffnung, fordern folgende Stern-
are:

Castor	AR = $7^h 23'$,	P = $57° 45'$,	Δ = $5''$,	Gröfse III un
π Bootis	14 32	72 49	7	V u
ι Trianguli	2 2	60 31	4	V u
ζ Cancri	8 2	71 50	6	V u
γ Virginis	12 33	90 29	3	III u
α Ursae minoris	1 0	1 37	19	II un

Der letzte dieser Sterne ist der *Polarstern*, und sein Beg
ist nur deshalb schwerer zu sehn, weil er so klein i
Virginis aber fordert ein besseres Rohr, weil die zwei S
zwar beide grofs, aber auch einander sehr nahe sind, so
sie in mittelmäfsigen Fernröhren beide nur als ein einziger l
licher Stern erscheinen. Fernröhre der besten Art endlich
den für die folgenden Doppelsterne erfordert:

η Herculis	AR = $16^h 37'$,	P = $50° 45'$,	Δ = $2''$,	Gröfse IV und
δ Geminorum	7 9	67 43	7	III und
ϵ Bootis	14 37	62 11	4	III und
ζ Bootis	14 33	75 31	2	VI und
ω Leonis	9 19	80 18	2	VI und
β Orionis	5 6	98 25	9	I und
η Pleiadum	3 39	66 30	2	V und
η Coronae	15 16	59 4	1	V und
γ Coronae	15 35	63 8	2	IV und
σ Coronae	16 8	55 40	1	V und

Als besonders feine endlich und nur durch die vorzüglich
Fernröhre sichtbare Doppelsterne können die zwei folge
gelten:

bei β Capricorni	AR = $20^h 11'$,	P = $105° 19'$,	Δ = $3''$,	Gröfse XVII und
β Equulei	21 14	83 54	2	XIV und

Bei dem letzten, β Equulei, ist der Begleiter des gröf
Sterns selbst wieder doppelt. Ein Fernrohr oder Spieg
leskop, welches die beiden letzten Doppelsterne noch deu
zeigt, ist nach Herschel's d. J. Urtheile schon zu den sch
rigsten Untersuchungen geeignet und kein Fernrohr soll
die Satelliten des Uranus zeigen, welches diese Prüfung n
besteht.

U. Preise dieser Instrumente.

Dafs die Kosten solcher Spiegelteleskope von 20 und
Fufs Brennweite sehr bedeutend sind, darf hier nicht erst
wähnt werden[1]. Aus Mangel aber eines umständlichen

1 In der folgenden Abtheilung (V) wird man die vorzüglich
Gregor. Teleskope sammt ihren Preisen finden.

nisses solcher Instrumente sammt den Preisen, für welche tzt von den englischen Künstlern verfertigt werden, gebe ier die Preise der bei uns gewöhnlicheren dioptrischen öhre verschiedner Art. Das bereits oben erwähnte nhofer'sche Fernrohr in Dorpat (ein ihm an Gröſse ganz hes ist nun auch in der k. Sternwarte zu Berlin aufge- t) kostete nahe an 10500 Gulden Augsb. Cour. Von dem- en Künstler kostet ein montirtes Fernrohr mit Horizontal- Verticalbewegung

72 Zoll Brennweite und $4\frac{1}{3}$ Par. Zoll Oeffnung . . 1060 fl.
69 — — — — 4 — — — — 870
48 — — — — 3 — — — — 350

s die Doppellinse des Objectivs, in einen einfachen me- en Ring gefaſst, ohne Röhre, Oculare und Piedestal, ko- bei demselben Künstler

Oeffnung im Durchmesser	Gulden
1 Zoll — — —	10
2 — — — —	36
3 — — — —	125
4 — — — —	300
5 — — — —	580
$5\frac{1}{2}$ — — — —	770
6 — — — —	1000

sieht daraus, daſs bei den stärkern Fernröhren bloſs diese pellinse des Objectivs es ist, welche die hohen Preise er Instrumente erzeugt. Die Wirkung eines solchen Fern- rs wächst im Allgemeinen, wie der Durchmesser dieses Ob- ivs, die Lichtstärke oder die Helligkeit aber, unter welcher Gegenstand durch dasselbe gesehn wird, wie das Quadrat es Durchmessers, so daſs also von den beiden äuſsersten rumenten der letzten Tabelle, deren erstes eine Oeffnung 1 und deren letztes eine Oeffnung von 6 Zoll hat, die Wir- g des zweiten, in Beziehung auf die Helligkeit, 36mal ſser ist, als die des ersten. Wir lassen hier noch die vor- lichsten Fernröhre mit ihren Preisen folgen, wie sie jetzt dem Atelier des berühmten Optikers Plössl in Wien ver- igt werden.

Theaterperspective.

Oeffnung 15 Wien. Lin., Vergröfserung 3, Preis 7 fl
18 — — 2 Oculare, — 3 und 6 — 18

Feldstecher.

Oeffnung 12 Lin., Ocul. 3, Vergröfs. 4, 8 und 12, Preis 15
19 — — 4 — 4, 8, 13 und 20 — 30

Zugfernröhre.

Oeffnung 12 Lin., Brennweite 9, Länge 14 Zoll, Preis 18
16 — — — 16 — 24 — — 28
19 — — — 20 — 30 — — 37
24 — — — 25 — 36 — — 60

Achromatische, astronomische Fernröhre.

Länge 34 Zoll, Oeffnung 25 Lin., Brennweite 25 Zoll,
Oculare: ein irdisches mit Vergröfs. 34,
2 astron. mit Vergröfserung 45 und 75,
sammt Dreifufs und Kasten 100

Länge 45 Zoll, Oeffnung 32 Lin., Brennweite 36 Zoll,
Oculare: ein irdisches mit Vergröfs. 48,
3 astron. mit Vergröfs. 55, 85 und 127,
sammt Dreifufs und Kasten 200

Länge 52 Zoll, Oeffnung 36 Lin., Brennweite 42 Zoll,
Oculare: 2 irdische mit Vergröfs. 48 und 70,
4 astronomische — — 50, 80, 110 und 14
sammt Pyramidalstativ 320

Oeffnung 40 Linien, Brennweite 46 Zoll,
Oculare: 2 irdische mit Vergröfserung 50 und 80,
4 astronomische — — 56, 85, 125 und 160,
sammt Pyramidalstativ 450

Oeffnung 44 Linien, Brennweite 54 Zoll,
Oculare: 2 irdische mit Vergröfserung 55 und 90,
5 astronomische — — 50, 80, 110, 180 und 240,
sammt Pyramidalstativ 600

Oeffnung 48 Linien, Brennweite 60 Zoll,
Oculare: 2 irdische mit Vergröfserung 60 und 100,
5 astronomische — — 60, 90, 130, 180 und 270.
mit Pyramidalstativ 800

Dialytische Standfernröhre.

28 Zoll, Oeffnung 26 Lin., Brennweite 22 Zoll, Oculare: 2 irdische mit Vergröfs. 40 und 60, 2 astronomische — — — 45 und 70, sammt Dreifufs und Kasten . . . . . . 140 fl.

› 35 Zoll, Oeffnung 33 Lin., Brennweite 29 Zoll, Oculare: 2 irdische mit Vergröfserung 53 und 70, 3 astronomische — — 45, 72 und 105, sammt Dreifufs und Kasten . . . . 230 fl.

› 40 Zoll, Oeffnung 37 Lin., Brennweite 34 Zoll, Oculare: 2 irdische mit Vergröfserung 56 und 80, 4 astronomische — — 50, 80, 110 und 135, sammt Dreifufs und Kasten . . . . 310 fl.

e 44 Zoll, Oeffnung 41 Lin., Brennweite 38 Zoll, Oculare: 2 irdische mit Vergröfserung 60 und 90, 4 astronomische — — 55, 80, 120 und 160, mit Pyramidalstativ . . . . 430 fl.

ge 48 Zoll, Oeffnung 45 Lin., Brennweite 42 Zoll, Oculare: 2 irdische mit Vergröfserung 65 und 100, 5 astronomische — 55, 80, 120, 160 und 230, mit Pyramidalstativ . . . . 570 fl.

ge 51 Zoll, Oeffnung 48 Lin., Brennweite 45 Zoll, Oculare: 2 irdische mit Vergröfserung 65 und 110, 5 astronomische — 60, 90, 130, 180 und 270, mit Pyramidalstativ . . . . 760 fl.

st die einfachen, blofs roh gegossenen und weder ge-iffenen noch polirten Glasplatten bieten immer gröfsere wierigkeiten dar und fordern daher auch immer höhere ise, je gröfser sie selbst sind, da es ungemein schwer hält, eutende Glastafeln dieser Art von ganz homogener Masse, e Wolken und Streifen, zu erhalten; besonders beim Flint-e, wo die starke Beimischung von Blei jene Gleichförmig- der Masse, die zu einem guten Fernrohre unentbehrlich so leicht stört. Die folgende kleine Tafel giebt von schnell steigenden Preisen dieser noch ganz rohen Flint- Kronglasstücke eine Uebersicht:

)urchmesser der Scheibe	Kronglas	Flintglas	Zusammen
4 Zoll	30 fl.	56 fl.	86 fl.
6 —	117 -	232 -	349 -
8 —	274 -	980 -	1254 -

Durchmesser der Scheibe	Kronglas	Flintglas	Zusamm
10 Zoll	544 fl.	1690 fl.	2234
12 —	1000 -	2880 -	3880

Wegen der Schwierigkeit, gröfsere, vollkommen homo
Scheiben von Flintglas zu erhalten, mufsten sich selbst
Engländer bisher mit kleinern Objectiven begnügen. Ihre g
ten Objectivlinsen haben nicht über 4½ bis 5 engl. Zol
Durchmesser. Sie sind in dieser Beziehung vom Ausl
bedeutend übertroffen worden. GUINAND, ein Landmann i
Schweiz, und FRAUNHOFER in München haben bereits meh
viel gröfsere Glasstücke von vollkommner Gleichheit der M
geliefert. FRAUNHOFER vollendete kurz vor seinem zu fr
Tode zwei Fernröhre, deren Objective eine Oeffnung von
Zoll (engl.) im Durchmesser haben. Sein Nachfolger M
hat eins von 12 Zoll Oeffnung angefertigt, dessen Obj
noch von Fraunhofer seyn soll, und derselbe hat jetzt, für
Sternwarte unweit Petersburg, noch gröfsere zugesagt. FRA
HOFER versicherte in den letzten Jahren seines Lebens,
er nicht anstehe, Objective von 18 Zoll Durchmesser au
führen. Das eine jener zwei Fernröhre von 9,9 Zoll O
nung ist an die Sternwarte zu Dorpat und das zweite an
in Berlin gekommen. Die Brennweite des Objectivs ist
Fufs und die dabei angebrachten astronomischen Oculare
ben eine Vergröfserung bis 600 mit einem Durchmesser
Gesichtsfeldes von 2,3 Minuten. LEREBOURS, ein Optiker in
ris, hat in den letzten Jahren zwei von GUINAND erha
Glasscheiben zu Objectivlinsen bearbeitet, die eine zu 12
andere zu 13 Zoll im Durchmesser. Das aus der ersten
machte Fernrohr sollte auf der Sternwarte in Paris aufge
werden, aber JAMES SOUTH aus London kaufte beide F
röhre für die Sternwarte in Kensington.

Von den vorzüglichsten der bisher erhaltenen Spieg
leskope werden wir in der folgenden Abtheilung reden.

V. Geschichte der Spiegelteleskope.

Nach KLÜGEL's Angabe[1] findet sich die erste Idee
einem Spiegelteleskope in einem Buche des Pater ZUCCHI,

1 PRIESTLEY's Geschichte der Optik. S. 566. Anm.

ıischen Jesuiten[1]. Dieser erzählt, dafs er schon im Jahre
beim Nachdenken über das damals neu erfundene Fern-
ıuf den Gedanken gekommen sey, metallne Hohlspiegel
der gläsernen Objective zu nehmen, dafs er auch den
ıch ausgeführt und einen solchen Hohlspiegel mit einer
.ven Ocularlinse verbunden habe, wodurch er die Gegen-
e auf der Erde und am Himmel beobachten konnte. Um
ahr 1616 aber war blofs das holländische Fernrohr mit
ı concaven Oculare bekannt, GALILEI's zweite Entdek-
dieses holländischen Fernrohrs fällt in das Jahr 1610
:rst zehn oder mehrere Jahre später kam KEPLER auf
dee des sogenannten astronomischen Fernrohrs mit einer
:xen Ocularlinse. ZUCCHI's Erfindung scheint nicht au-
[talien bekannt geworden zu seyn und blieb selbst da
unbenutzt. In Frankreich verfiel erst im Jahre 1644
'ater MERSENNE auf dieselbe Idee[2]. Er wollte zwei pa-
ische Spiegel mit einem ebenen Spiegel so verbinden, dafs
urch dieses Spiegelsystem entlegene Gegenstände gut sehn
te. Aus dem Briefe des DESCARTES an MERSENNE er-
man, dafs der Letztere schon fünf Jahre früher, im Jahre
), sich mit diesem Spiegelsysteme beschäftigt habe, ohne dafs
: zu einer Ausführung gebracht hätte, vielleicht weil ihm
:ARTES abrieth, der die Fernröhre mit Glaslinsen vor-
ı zu müssen glaubte. Um die Mitte des 17. Jahrhun-
erwachte unter den Optikern ein neuer Eifer, das seit fast
ahren erfundene Fernrohr einer gröfsern Vollkommenheit
:genzuführen. Ihre Bemühungen vereinigten sich be-
ers dahin, die bisher gebräuchlichen sphärischen Linsen
h hyperbolische zu ersetzen. Allein die grofsen Schwie-
:iten, welche sich diesem Unternehmen entgegensetzten,
ıten endlich JAMES GREGORY in London auf die Idee,
gel statt der Linsen vorzuschlagen. Er machte seine An-
en über diesen Gegenstand im Jahre 1663 bekannt und
damals schon diejenige Verbindung von zwei Hohlspiegeln
einer Ocularlinse an, die wir oben unter der Aufschrift
GREGORY's Teleskop kennen gelernt haben. So oft aber

[1] NIC. ZUCCHII Parmensis Opera Philosophica. Lugd. 1652. 4.
cap. 14. p. 126.
[2] Universae Geometriae Synopsis. Par. 1644. 4.

auch später diese Idee, besonders in England, ausgeführt wu
so scheint doch Gregory selbst bei der Idee stehn gebli
zu seyn, ohne weder durch eigene, noch durch fremde Hi
ein solches Teleskop darstellen zu lassen. Dafs er diesen
danken nicht von Mersenne oder aus seinen Schriften erl
ist sehr wahrscheinlich, da diese Schriften in England da
nicht bekannt waren und da auch die Briefe des Desca
erst im J. 1666 in Holland gedruckt worden sind. Gre
ging ebenfalls von dem damals herrschenden Gedanken
dafs hyperbolische oder parabolische Flächen den sphäri
vorzuziehn seyen, nur glaubte er, und wohl nicht mit Un
dafs solche Spiegel leichter als solche Linsen verfertigt
den könnten. Nach seinem Tode wurden solche Telesko
grofser Menge in England verfertigt. Ja selbst die von N
ton vorgeschlagene Einrichtung konnte sie nicht verdra
und auch lange nach Newton waren die meisten in En
verfertigten Teleskope nach Gregory's Vorschlage gebau
sie endlich, wenigstens für gröfsere Instrumente dieser
von derjenigen Einrichtung, die Herschel ihnen ge
hat, in Schatten gestellt wurden. Am meisten wurden
jenigen Gregorianischen Teleskope geschätzt, die der gesch
Optiker Short in grofser Anzahl verfertigte. Das fol
Verzeichnifs giebt die Einrichtung und den Preis der vo
lichsten dieser von Short verfertigten Gregorianischen
leskope.

Brennweite des grofsen Spiegels.	Oeffnung des grofsen Spiegels.	Vergröfserung.	Prei
1 engl. Fufs;	3 Zoll;	35 bis 100mal;	14 Gu
2 - -	4,5 -	90 — 300 -	35
3 - -	6,3 -	100 — 400 -	75
4 - -	7,6 -	120 — 500 -	100
7 - -	12,2 -	200 — 800 -	300
12 - -	18 -	300 — 1200 -	800

Nur drei Jahre später als Gregory, im Jahre 1666
Newton mit seinen Ideen über diesen Gegenstand hervo
diesem seinem 23sten Lebensjahre hatte der grofse Mann
die Zusammensetzung des weifsen Sonnenlichts aus me
verschieden gefärbten Strahlen und die verschiedene B

eit dieser farbigen Strahlen entdeckt und auch schon den
d zu seinen zwei anderen unsterblichen Erfindungen, der
itesimalrechnung und der allgemeinen Gravitation, gelegt.
aber das Licht durch Glaslinsen ganz ebenso, wie durch
prismen, an welchen letzten er jene Entdeckung gemacht
e, gebrochen wird, nur mit dem Unterschiede, daſs die
einem äuſsern Puncte auf eine Linse auffallenden Strah-
sich auf der andern Seite derselben wieder in einen Punct
inigen, während sie bei den Prismen ihre frühere Lage
n einander beibehalten, so zog er daraus den Schluſs, daſs
solcher äuſsere Punct die von ihm auf die Linse fallen-
rothen, gelben, blauen u. s. w. Strahlen wieder in eben-
iele einzelne Puncte oder Bilder vereinigen werde, so daſs
den beiden äuſsersten Farben des Spectrums die rothen,
ie am wenigsten brechbaren Strahlen, ihren Vereinigungspunct
entferntesten, die blauen aber, als die brechbarsten, am
isten bei der Linse haben werden. Wenn daher alle diese
icte oder diese Bilder des äuſsern Punctes, wie sie neben
nder von der Objectivlinse entworfen werden, durch die
ilarlinse eines dioptrischen Fernrohrs betrachtet werden, so
t das Auge nicht ein einziges, deutliches und rein begrenz-
Bild, sondern es sieht viele derselben von verschiedenen
ben auf und neben einander liegend, d. h. es sieht keines
selben gut. Seine Beobachtung, wie sein auf diese gebau-
Schluſs war vollkommen richtig, und die gefärbten, undeut-
ien Ränder, unter welchen alle Gegenstände durch diese
nröhre, wenn ihre Vergröſserung nur etwas stark war, er-
ienen, waren bekannt und schon lange die Plage der Op-
er gewesen, und es handelte sich bloſs darum, ein Mittel
gegen zu finden. Allein Newton ging noch um einen Schritt
iter. Aus einem unvollkommenen Versuche, den er in sei-
Optik[1] erzählt, schloſs er, daſs bei jedem Paare von bre-
nden Mitteln die Farbenzerstreuungen sich wie die um die
heit verminderten Brechungen verhalten. Wollte man die-
Behauptung als richtig annehmen, so müſsten alle Fern-
re, wenn sie keine Farben zeigen sollten, von unendlich
ſser Länge seyn oder, mit andern Worten, so müſsten gute
nröhre mit Glaslinsen unmöglich seyn. Newton gerieth

1 Liber I. Pars II.

auf dieses Resultat, indem er den Irrthum nicht bemerkte, welchem ihn jener Versuch verleitet hatte. Er hielt es unmöglich, dioptrische Fernröhre mit farbenlosen Bildern verfertigen, und rieth daher, um diesen unvermeidlichen F ler derselben wenigstens so klein als möglich zu machen, den sehr langen Fernröhren von 100 und 150 Fuſs stehn bleiben, die vor ihm schon Compani in Rom und Huygh in Holland verfertigt hatten. Er selbst aber wendete sich, ihm eitel scheinenden Bemühungen aufgebend, ganz von sen Fernröhren ab, um dafür dem Spiegelteleskope seine merksamkeit zu widmen, von welchem er dieses Hinder nicht zu befürchten hatte, da von den Spiegeln die Stra aller Farben regelmäſsig zurückgeworfen werden, so daſs jedem derselben der Reflexionswinkel dem Einfallswi gleich ist.

Da er seine Ideen selbst ausführen wollte und viell auch muſste, indem bis zu jener Zeit noch kein Künstler che Spiegel von Bedeutung verfertigt hatte, so fand er groſse Hindernisse in der Politur dieser Metallmassen. Er daſs sein Spiegel das Licht lange nicht so regelmäſsig flectirte, als dasselbe durch die bisherigen Glaslinsen ge chen wurde, und er war nach mehreren vergeblichen Ve chen nahe daran, die praktische Ausführung so vollkomm Spiegel für ganz unmöglich zu erklären. Endlich fand e J. 1668 ein Mittel, diese gewünschte höhere Politur und gleich die gehörige Gestalt der Spiegel mit der hier erfo lichen Genauigkeit zu erzeugen, und es war im Februar ses Jahrs, als er einem seiner wissenschaftlichen Freunde i nem Briefe die Nachricht von der Vollendung seines er Spiegelteleskops, das er mit eigner Hand ausgeführt h mittheilte. Dasselbe war bereits so eingerichtet, wie wir das Newtonianische Teleskop beschrieben haben. Der g sphärische concave Spiegel hatte eine nur etwas über e Zoll groſse Oeffnung mit einer Brennweite von 6 Zoll einer planconvexen Augenlinse von $\frac{1}{6}$ Zoll Brennweite. Vergröſserung desselben betrug also ungefähr 40, was, Newton bemerkte, immer mehr ist, als die besten dioptris Fernröhre von 6 Fuſs Länge leisteten, die zu seiner Zeit verf wurden.

So zufrieden er auch mit diesem Resultate seiner er

ache seyn konnte, so schien ihm doch die Unvollkom-
ieit des zu diesem Instrumente gebrauchten Materials und
nders die noch nicht weit genug getriebene Politur des
gels noch gar Manches zu wünschen übrig zu lassen. Im-
aber sprach er die Ueberzeugung aus, daſs ein 6füſsiges
eskop dieser Art einem 60- oder selbst 100füſsigen Fern-
e, wie er diese letzten kannte, vorzuziehen seyn müſste.
es war demnach das erste eigentliche Spiegelteleskop, das
er That ausgeführt und mit dem auch Beobachtungen am
mel gemacht wurden, wie denn NEWTON z. B. die Jupi-
atelliten damit sehr deutlich gesehn hat. GREGORY, von
wir früher gesprochen haben, hat zwar schon zwei Jahre
er, im J. 1664, einen Hohlspiegel von 6 Fuſs im Halbmesser
den damals berühmten Glasschleifern COX und RIVES in
don verfertigen lassen, allein sie konnten mit der Politur
selben nicht zu Stande kommen und das mit diesem Spie-
beabsichtigte Fernrohr ist nie ausgeführt worden. Durch
glücklichen Erfolg dieses ersten Experiments aufgemuntert
chte sich NEWTON mit allem Eifer an die Verfertigung ei-
zweiten besseren, von dem er sich mehr versprach. Als
kön. Akademie in London die Nachricht von der Vollen-
ng und von den Leistungen desselben erhielt, lieſs sie
WTON ersuchen, dieses Instrument der Akademie zur Prü-
ng einzusenden. Dieser Aufforderung gemäſs schickte er
selbe mit einem Briefe an OLDENBURG, den Secretär der
sellschaft, im December 1671 nach London ab. Die Aka-
mie fand es ihren Wünschen vollkommen entsprechend und
wahrte dasselbe in ihrem Museum auf, wo es auch noch
tzt mit der Inschrift aufbewahrt wird: *Invented by Sir
aac Newton and made with his own hands. In the year
671.* Bei diesen zwei Versuchen lieſs der groſse Mann es
wenden, da Untersuchungen anderer Art seine ganze Auf-
erksamkeit in Anspruch nahmen. Aber auch kein Anderer
hm sich dieses wichtigen Gegenstandes weiter an und volle
) Jahre vergingen, ohne daſs man an eine Nachahmung und
och weniger an eine Verbesserung dieses Instruments gedacht
itte. Es schien gänzlich in Vergessenheit gerathen zu seyn
nd die Optiker Englands, so wie anderer Länder beschäf-
gten sich diese ganze lange Zeit bloſs mit dioptrischen Fern-
öhren. Endlich trat JAMES SHORT im Jahre 1730 zu Edin-

fractionsindex ist bei jedem bestimmten Körper und für jeden bestimmten farbigen Strahl des Lichtes eine für alle Einfallswirkel constante Gröfse. Nennt man nun n den Refractionsindex für die mittleren (oder grüngelben) Strahlen des bekannten prismatischen Spectrums, n' aber für die untersten (rothen), so wie n'' für die höchsten violetten Strahlen, so wird die Dispersionskraft Δ der Farben eines jeden Körpers durch die Gleichung gegeben

$$\Delta = \frac{n'' - n'}{n - 1}.$$

Weiter ist die absolute Brechungskraft eines Körpers gleich der Gröfse

$$B = n^2 - 1,$$

und endlich ist, wenn d die specifische Dichtigkeit des Körpers ist, die specifische Brechungskraft des Körpers gleich

$$B' = \frac{n^2 - 1}{d}.$$

Für das Flintglas hat man z. B. den Brechungsexponenten der mittleren Strahlen $n = 1{,}639$, für die äufsersten rothen Strahlen aber hat man $n' = 1{,}628$ und für die äufsersten violetten $n'' = 1{,}654$. Endlich ist die Dichte d dieses Glases, die des reinen Wassers als Einheit vorausgesetzt, $d = 3{,}722$. Daraus folgt für diese Glasart

$$\text{Brechungskraft, absolute} \quad B = n^2 - 1 = 1{,}686$$

$$\text{relative} \quad B' = \frac{n^2 - 1}{d} = 0{,}453$$

$$\text{Dispersionskraft der Farben} \quad \Delta = \frac{n'' - n'}{n - 1} = 0{,}041.$$

Für das Kronglas aber hat man $n = 1{,}5330$, $n' = 1{,}5258$, $n'' = 1{,}5466$ und $d = 2{,}520$, woraus folgt

$$B = 1{,}350,$$
$$B' = 0{,}536$$

und

$$\Delta = 0{,}039.$$

Für den Diamant endlich ist $n = 2{,}439$, $n' = 2{,}411$, $n'' = 2{,}467$ und $d = 3{,}521$, also hat man auch für diesen Körper

$$B = 4{,}949,$$
$$B' = 1{,}406$$

und

$$\Delta = 0{,}039.$$

Beim Diamant ist also der Brechungsindex 1,6, die relative Brechungskraft 2,6 und die absolute Brechungskraft 3,7 mal gröſser als beim Kronglase, aber die Dispersionskraft Δ dieser beiden Körper ist dieselbe. Der Diamant bricht die auf ihn fallenden Lichtstrahlen viel stärker als das Kronglas, aber beide zerstreuen die farbigen Strahlen auf gleiche Weise[1].

Dieser Irrthum Newton's, um wieder zu unserem Gegenstande zurückzukehren, scheint sich ihm und zugleich, durch seine Autorität verleitet, auch den meisten seiner Nachfolger mit der Kraft eines unwidersprechlichen Glaubens eingeprägt zu haben und er ist dadurch in der Geschichte der Wissenschaft als ein lehrreiches und warnendes Beispiel merkwürdig geworden. Einer der ersten und, wie Newton selbst gestand, ein nicht gering zu achtender Gegner seiner neuen Theorie des Lichts war Lucas in Lüttich. Dieser konnte mit allen seinen prismatischen Versuchen nie ein Spectrum erhalten, dessen Länge mehr als das Dreifache der Breite betrug, während Newton aus seinen eignen Experimenten die Länge des Spectrums nahe fünfmal gröſser als die Breite gefunden hatte. Newton suchte diese Verkürzung des Spectrums von Lucas in einer gröſseren Refractionskraft des von Lucas angewendeten Glases, in der bei dessen Versuchen geringeren Heiterkeit des Himmels, in der unvollkommenen Politur seines Prisma's, in der unvollständigen Messung der ganzen Länge des Spectrums, dessen eines Ende, wegen der dort schwächeren Farben, nicht mehr scharf aufgefaſst werden kann, u. s. f., aber es fiel ihm nicht ein, die Abweichung von seinen und Lucas Experimenten in einer verschiedenen Farbenzerstreuung der von ihnen gebrauchten Glasarten zu suchen, weil er nun einmal an die

---

1 Ein kleines Verzeichniſs der Werthe von n, d, B, B' und Δ ist bereits oben Art. *Brechung* Bd. I. S. 1161 gegeben worden. Umständlichere Verzeichnisse für die vorzüglichsten der bisher untersuchten festen, tropfbaren und gasförmigen Körper findet man in Baumgartner's Naturlehre, Wien 1832, S. 319 und in dessen Supplementband, Wien 1831, S. 879 bis 917 für d und S. 1013 bis 1019 für n, B und B', so wie S. 1020 bis 1023 für n''—n' und Δ. Man sehe auch Brewster's Tafeln in dessen Treatise on new philosophical Instruments, p. 315, und desselben Treatise on optics, London 1831, p. 372. u. s. w.

Möglichkeit einer solchen Verschiedenheit der Körper nic
glauben entschlossen war. LUCAS zog sich endlich, ohn
Gegenstand weiter zu verfolgen, schweigend zurück, und
TON, der auf seiner einmal gefaſsten Meinung beharrte,
nicht an, zu behaupten, daſs, in Folge seiner vermeinten
deckung, alle Verbesserung der dioptrischen Fernröhre
lig unmöglich sey, wodurch er die Fortschritte dieses Zw
der optischen Wissenschaft auf lange Zeit hinaus geh
hat. Um zu sehen, daſs, wenn NEWTON's Entdeck
der That richtig wäre, die Construction eines farbenlosen
trischen Fernrohrs auch wirklich unmöglich seyn müſste,
sich NEWTON's Behauptung von der Farbenzerstreuun
Körper auch so ausdrücken: *bei allen Körpern verh
sich die um die Einheit verminderten Brechungsexpone
wie die Farbenzerstreuungen derselben.* Nennt man also
zuvor, n und n_1 die Brechungsexponenten zweier K
z B. zweier verschiedenen Glasarten für die mittleren oder
nen Farben und bezeichnet man die Differenz der b
Brechungsexponenten für die äuſserste rothe und violette
(die wir oben durch $n'' - n'$ bezeichnet haben) bei de
sten Glasart durch ∂n und bei der zweiten durch ∂n_1
läſst sich NEWTON's obiger Satz auf folgende Weise
drücken

$$\frac{n-1}{n_1-1}=\frac{\partial n}{\partial n_1}.$$

Allein wenn bei einem aus zwei sphärischen Linsen b
henden Fernrohre alle Farben der Bilder vernichtet w
sollen, so hat man[1] die Bedingung

$$\frac{\partial n}{p(n-1)}+\frac{\partial n}{p'(n_1-1)}=0,$$

wo p und p' die Brennweite des Objectivs und des Oc
bezeichnet. Die Vergleichung dieser beiden Ausdrücke
aber sofort die Gleichung

$$\frac{p}{p'}=-1.$$

Allein nach dem oben (F. V.) Gesagten ist für jedes Sy
von zwei Linsen die Vergröſserung

1 S. Art. *Fernrohr.* Bd. IV. S. 175.

$$m = \frac{\alpha}{a'},$$

da $\alpha = p$ und $a' = p'$ für jedes solche Fernrohr ist,

$$m = \frac{p}{p'},$$

auch $m = -1$, oder die Vergröfserung eines zwei-
farblosen Fernrohrs mufs gleich der Einheit seyn, d.
das Fernrohr die Bilder der Gegenstände ohne Far-
zeigen soll, so darf es diese Bilder nicht gröfser zeigen,
sie mit freien Augen sieht, oder so hört es auf, in
gewöhnlichen Bedeutung des Worts ein Fernrohr zu

Der gröfste Analytiker des verflossenen Jahrhunderts, Leon-
Euler (geb. 1707, gestorben 1783), schien anfangs jene
Newton's und die auf sie gebauten irrigen Schlüsse
kennen, sonst würde vielleicht auch er sich von al-
Untersuchungen des Gegenstandes zurückgezogen
Es war aber im Jahre 1747, als er aus einer einfa-
Betrachtung des menschlichen Auges den Schlufs zog,
möglich seyn, die durch die Brechung des Lichts
Farben wieder zu heben, weil sie in unserem
in der That gehoben sind. Er schlug dazu nach der
des thierischen Sehorgans zwei Glaslinsen vor, wel-
zwischen ihren concaven Flächen Wasser oder andere
sigkeiten enthielten. Diese Idee der Rechnung zu unter-
mufste er den Brechungsindex n sowohl, als auch
Zerstreuungskraft Δ der zu diesen Linsen gewählten Kör-
kennen. Allein statt diese Eigenschaften, wie er sollte,
Experimente zu suchen, zog er es vor, aus blofs theo-
Speculationen ein allgemeines Gesetz aufzustellen,
welches für jeden Körper die Abhängigkeit der Bre-
n der mittleren Strahlen von der Farbenzerstreuung
$n - n' = \partial n$ desselben ausgedrückt werden sollte. Nach die-
Gesetze, was aber, so viel uns bis jetzt bekannt gewor-
ist, in der Natur gar nicht existirt, sollen sich die Far-
zerstreuungen aller Körper wie die Producte ihrer Bre-
chungen in die Logarithmen dieser Brechungen verhalten, oder
soll nach Euler für alle Körper die Gleichung haben

$$\frac{\partial n}{\partial n_1} = \frac{n \operatorname{Log.} n}{n_1 \operatorname{Log.} n_1}.$$

Nach diesem Gesetze berechnete EULER[1] die Einrichtun
nes farbenlosen oder achromatischen Fernrohrs, dessen
pelobjectiv aus Linsen von Glas und Wasser bestand, un
erste Künstler seiner Zeit, JOHN DOLLOND in England, s
diese Theorie auszuführen. Seine ersten Versuche mifsla
Auch konnte die von EULER aufgestellte Theorie zu ke
erfreulichen Resultate führen. DOLLOND gab bald alle
tere Bemühungen auf und stellte sich wieder auf NEW
Seite, welcher alle Unternehmungen dieser Art schon von
hinein für unmöglich erklärt hatte. EULER im Gegent
der bei dieser Gelegenheit von NEWTON's Ansichten g
hatte, blieb bei der seinigen stehn und suchte den Grun
Mifslingens blofs in den grofsen praktischen Schwierigk
die sich der genauen Ausführung seiner Theorie entg
stellten[2].

Von diesen Verschiedenheiten der Ansichten so au
zeichneter Männer aufgefordert ging KLINGENSTIERNA,
schwedischer Geometer, noch einmal auf den Gegenstand
rück, um ihn von Anfang aus einer neuen Untersuchun
unterwerfen. Er fand[3], dafs NEWTON's prismatischer Ve
unvollständig und dafs der von ihm auf diesen Versuch
gründete Schlufs unrichtig sey. KLINGENSTIERNA zeigte,
man allerdings dem von NEWTON gefundenen Resultate i
näher komme, je kleiner der brechende Winkel des Pri
ist, welches man dabei anwendet. Da aber NEWTON
Experimente nur mit sehr dünnen Prismen angestellt hatt
hatte er sich dadurch verleiten lassen, seinem Satze eine
gemeinheit zu geben, die er nicht besafs, und es zeigte
nun, dafs jeder Körper einen ihm eigenen Brechungsind
und eine ihm ebenfalls eigene Dispersionskraft Δ der F
habe, dafs diese beiden Gröfsen, so viel uns alle bish
Versuche zeigen, von einander unabhängig sind und d
jede für sich, durch Experimente besonders bestimmt we
müssen. Dadurch wurde der früher unbesiegbare Glaub

---

1 Histoire de l'Acad. de Berlin. 1747.
2 Histoire de l'Acad. de Berlin. 1753.
3 Abhandlungen der Schwed. Akademie v. J. 1754.

as von NEWTON aufgestellte Theorem erschüttert. Die Möglichkeit eines farbenlosen Fernrohrs wurde nun nicht mehr bestritten und DOLLOND machte sich zum zweiten Male an seine seit sechs Jahren verlassenen Versuche. Er hatte die Freude, seine Wünsche erfüllt zu sehn, und schon im J. 1758 vollendete er sein erstes achromatisches Fernrohr mit einem Doppelobjective von Flint- und Kronglas, dessen Brennweite fünf Fuſs betrug und das in seinen Wirkungen die besten bis dahin bekannten chromatischen Fernröhre von 15 und 20 Fuſs weit hinter sich zurückliefs. Er verwendete die letzten drei Jahre seines Lebens (er starb 1761) auf die Vervollkommnung dieser seiner glänzenden Leistung, die er noch viel weiter zu führen die feste Hoffnung hegte. Besonders hoffte er, und wohl mit Recht, von den gröſsern Oeffnungen, die er seinen Objectiven geben wollte, den schönsten Erfolg, und die Stelle [1] seiner letzten Schrift über diesen Gegenstand kann immer als sehr merkwürdig betrachtet werden, da DOLLOND ein Ziel als von ihm schon erreicht angiebt, von dem die Künstler unserer Tage noch weit entfernt zu seyn sich nicht verhehlen dürfen.

Ohne die Geschichte des achromatischen Fernrohrs hier weiter zu verfolgen, muſs nur noch bemerkt werden, daſs sich der Bekanntwerdung dieses wichtigen Instruments nicht nur die Irrthümer entgegensetzten, in welche zwei der ersten Mathematiker ihrer Zeit, NEWTON und EULER, verfallen waren, sondern daſs dasselbe schon volle 30 Jahre vor DOLLOND in der That erfunden und ausgeführt, aber durch eine unbegreifliche miſsgünstige Schickung wieder in Vergessenheit gebracht worden zu seyn scheint. Nämlich im J. 1729, nur 2 Jahre nach NEWTON's Tode, brach ein bisher im Felde der Wissenschaften ganz unbekannter Mann, CHESTER MORE HALL aus Essex, den Zauber, der diesem wichtigen Gegenstande so seltsamer Weise Fesseln angelegt hatte. Er lieſs durch praktische Optiker Linsen zu Doppelobjectiven schleifen, zu denen er die Halbmesser der Oberflächen angab, um dadurch die Abweichung wegen der sphärischen Gestalt sowohl, als auch die

---

1 And thus I obtained at last a perfect theory for making objectglasses to the aperture, of which I could scarce conceive any limits.

Farbenzerstreuung aufzuheben. Man kann daher nicht zwe
feln, dafs seine Unternehmung nicht etwa blofs zufällig, so
dern auf Ueberlegung und Rechnung gegründet war. Ha
selbst hat nichts Schriftliches über dieselbe bekannt gemac
aber die nach seinem Vorschlage construirten achromatisch
Fernröhre sollen wirklich ausgeführt und bekannt geword
seyn. Es scheint, dafs er seine Erfindung einstweilen gehe
halten und erst dann veröffentlichen wollte, wenn er sie ga
nach seinem Wunsche verbessert haben würde. Seine A
beiten und seine Ansprüche auf die Priorität wurden erst da
zur öffentlichen Kenntnifs des Publicums gebracht, als Do
LOND ein Patent für seine Fernröhre verlangte[1].

Wir müssen zuletzt noch einiger Zusätze und Verbesse
rungen gedenken, die NEWTON selbst an dem von ihm e
fundenen Spiegelteleskope angebracht hat[2]. Da er seine Poli
tur der Metallspiegel selbst für unvollkommen erkannte un
sie nicht weiter zu verbessern wufste, so rieth er, statt de
grofsen Metallspiegels einen von Glas zu nehmen, eine gl
serne, sphärische Scheibe, die an der Vorderseite hohl un
an der Rückseite erhaben, an allen Stellen gleich dick un
auf der Hinterseite mit Quecksilber belegt ist. Ebenso sc
er statt des kleinen ebenen Spiegels ein dreiseitiges Gla
prisma vor. Endlich liefs er die Strahlen, kurz ehe sie da
Ocular erreichten, durch eine kleine kreisförmige Oeffnun
gehn, die er in einer Metallplatte angebracht hatte, wo
durch er die vom Rande des grofsen Spiegels kommenden Se
tenstrahlen wie durch ein Diaphragma abgehalten wisse
wollte, um das Bild reiner zu machen. Das dreiseitige recht
winklige Prisma, welches NEWTON seinem kleinen Planspie
gel substituirte, wird durch die Zeichnung deutlich. Die Win
kel A und C betrugen einen halben und B einen ganzen rechte
Winkel. Die auf die Seite AB fallenden Lichtstrahlen wer
den von der Seite AC, wie von einem Planspiegel, reflectir

Fig. 29.

1 Edinburgh Encyclopaedia. T. XX. p. 479. Art. Optics.
XXXIV. 243.

2 Die von ihm selbst verfafste Beschreibung des ersten von ih
verfertigten Teleskops findet sich in den Phil. Transact. No. 8
Mart. 1672 und später etwas abgeändert in seiner Optica. Lib.
Pars I.

er grofse Vortheil eines solchen Prisma's in Vergleichung mit em Planspiegel besteht darin, dafs die einfallenden Strahlen ie Seite AC unter einem gröfsern Winkel treffen, als der, unter welchem die totale Reflexion anfängt, und dafs diese Strahlen daher von der Seite AC sehr nahe vollständig reflectirt werden, während auch bei den besten Metallspiegeln, nach dem oben Gesagten, beinahe die Hälfte der auf sie fallenden Strahlen nicht reflectirt, sondern absorbirt wird. Jedoch geht durch die Reflexion an den beiden Seiten AB und BC ein Theil des Lichts verloren und auch wohl noch einer durch die Absorption des Glases selbst. Allein das Prisma mufs aus einem sehr reinen, farben- und streifenlosen Glase bestehn und solche Glasstücke waren damals, wie auch wohl noch jetzt, nicht leicht zu erhalten. In unsern Tagen hat man daher solche Prismen aus Bergkrystall zu machen vorgezogen. NEWTON veränderte übrigens auch noch dieses Prisma in ein anderes A′B′C′, dessen zwei Seiten A′B′ und B′C′ Kugelflächen vorstellten, während die dritte A′C′ eine Ebene bildete. Ein solches Prisma stellte nicht nur das Bild des Gegenstandes in seinem Teleskope aufrecht dar, sondern es konnte selbst so eingerichtet werden, dafs es die Vergröfserung des Teleskops vermehrte. Fig. 30.

Bei dieser Gelegenheit mögen noch zwei andere Prismen erwähnt werden, die man in der Optik vortheilhaft angewendet hat. Das eine A″B″C″ hat eine convexe Seite A″B″, eine concave B″C″ und eine ebene A″C″. Es wurde von CHEVALIER in Paris für die *Camera obscura* vorgeschlagen, so wie das unmittelbar vorhergehende mit zwei convexen Seiten noch heute bei den Mikroskopen zur Verstärkung des Lichts vortheilhaft gebraucht wird. Da diese Prismen, wenn sie genau seyn sollen, nicht eben leicht auszuführen sind, so schlug BREWSTER statt ihrer hemisphärische Prismen vor. Will man die Brennweite m′n′ desselben zu bestimmten Zwecken verlängern, so kann man unter den Theil B‴C‴ der Halbkugel eine biconvexe Linse von einer längeren Brennweite legen, und wenn man dabei beide Stücke aus verschiedenen Glasarten verfertigt, selbst die Farbenabweichung derselben aufheben. Fig. 31. Fig. 32.

Endlich läfst sich auch ein einfaches Prisma, das von drei Ebenen begrenzt ist, wie DEF..., zur Umkehrung jedes op- Fig. 33.

tischen Bildes vortheilhaft anwenden, was für teleskopisc
und mikroskopische Instrumente oft sehr wünschenswerth i
Das Prisma DEF ist ein dreiseitiges rechtwinkliges, und m
sieht, wie der einfallende höchste Strahl Aa, nachdem er du
die Puncte a' und a'' gegangen ist, zu dem tiefsten austrete
den Strahl a''A' wird, und so fort für alle übrigen Strahle

Zum Beschlusse dieser Bemerkungen über das Newtor
sche Spiegelteleskop führen wir noch einige numerische Co
structionen desselben an, wie sie von Hawksbee ausgefü
worden sind.

Brennweite des grofsen Spiegels.	Oeffnung des grofsen Spiegels.	Brennweite der Ocularlinse.	Vergrö-fserung
1 engl. Fufs . . .	2,2 Zoll . . .	0,13 Zoll . . .	93
2 — —	3,8 —	0,15 —	158
3 — —	5,1 —	0,17 —	214
4 — —	6,4 —	0,18 —	260
6 — —	8,6 —	0,20 —	360
12 — —	14,5 —	0,24 —	600
24 — —	24,4 —	0,28 —	1020

Da das Teleskop Cassegrain's nur durch den klei
Spiegel vom Gregorianischen verschieden ist, so kann es ka
als eine eigene Gattung dieser Instrumente angesehn wer
Nach dem Journal des Sçavans von 1672 soll sich Cas
grain in Frankreich, als die Erfindung Gregory's in die
Lande bekannt wurde, dieselbe mit der erwähnten gerin
gigen Abänderung haben zueignen wollen. Newton [1] ma
mehrere Einwendungen gegen diese Einrichtung eines T
leskops, Montucla dagegen will es im Gegentheile als
beste unter allen dreien in Schutz genommen wissen.
Jahre 1674 verfertigte Hook das erste bedeutende Spiege
leskop, das aber nach Gregory's Vorschlag mit dem dur
bohrten Spiegel versehn war. Bisher kannte man nur die be
oben erwähnten, die Newton selbst in den J. 1668 und 1
verfertigt hatte. Hook, der beinahe alle Entdeckungen N
ton's für sich reclamiren wollte, schien es auch hier wie
auf eine Verdunkelung seines Nebenbuhlers abgesehn zu hab

1 Philos. Trans. 1672. No. 83.

r liefs sein Teleskop mit grofsem Pompe der kön. Akamie in London vorlegen, von der es auch günstig aufgenommen worden zu seyn scheint. Dessenungeachtet blieb die schöne rfindung längere Zeit einer Art von Vergessenheit übergeben. Erst n halbes Jahrhundert später, im Jahre 1720, trat John Hadley mit zwei neuen, von ihm verfertigten Spiegelteleskopen uf, die nun erst anfingen, eine allgemeine Aufmerksamkeit zu erregen. Diese Teleskope hatten fast 5 Fufs 3 Zoll Länge und der grofse Spiegel mafs 6 Zoll im Durchmesser. Die kön. Akademie, der diese Instrumente zur Prüfung vorgelegt wurden, ernannte die beiden berühmten Astronomen Bradley und Pound zu Examinatoren. Diese verglichen die Teleskope mit dem grofsen dioptrischen Fernrohre von Huyghens, das 123 Fufs Focallänge hatte. Sie fanden, dafs jene Teleskope dieselbe Vergröfserung ertrugen, wie dieses Fernrohr, und dafs sie alle himmlische Gegenstände ebenso deutlich, obgleich nicht ganz so hell, zeigten. Sie sahn damit alle von Huyghens entdeckte Gegenstände, die fünf Satelliten Saturns, den Schatten der Jupiterstrabanten auf der Scheibe ihres Hauptplaneten, den dunkeln Streifen in dem Ringe Saturns und den Rand des Saturnsschattens auf der Ringfläche[1]. Das Urtheil der beiden Prüfungscommissäre lautete daher sehr günstig, und sie schlossen ihr Gutachten mit der Aeufserung, dafs die Astronomen die bisherigen zu langen und unbequemen Fernröhre gewifs sehr gern mit diesem Spiegelteleskope vertauschen würden, wenn man nur noch ein Mittel finden könnte, die Metallspiegel vor dem Anlaufen zu sichern oder ebenso gute Spiegel von Glas zu verfertigen, als die Hadley'schen metallnen Spiegel sind. Dieser Hadley ist übrigens derselbe, von dem der *Spiegelsextant* den Namen des Hadley'schen Sextanten erhalten hat, dieses nützlichste oder eigentlich einzige astronomische Instrument, mit dem man auf der See zu Schiffe beobachten kann[2].

Nach Hadley trat James Short in Edinburg mit seinen Spiegelteleskopen auf. Er begann seine Arbeiten im J. 1732, im zweiundzwanzigsten Jahre seines Alters, und schon im J. 1734, noch ehe er nach London zog,

---

1 Philos. Trans. No. 376. 378.

1 S. Art. *Sextant.* Bd. VIII. S. 734.

übertrafen seine Teleskope die aller seiner Vorgänger. Er fertigte seine Spiegel anfangs von Glas, nach Newton's fand aber, dafs sie weniger Licht reflectiren, als die me nen, und dafs sie überdiefs durch ihr grofses Gewicht leicht ihre Gestalt verändern. Die metallenen Spiegel, d er anfangs eine parabolische Gestalt gab, verfertigte er in cher Vollkommenheit, dafs er mit einem seiner kleinen gel dieser Art, dessen Brennweite nur 15 Zoll betrug, Philos. Transactions auf eine Entfernung von 500 Fufs g sen, dafs er damit sogar die fünf äufsersten Satelliten de turn sehn konnte, eine Kraft, hinter der alle frühern leskope von jener Gröfse weit zurückblieben. Der berü Maclaurin, selbst einer der besten Optiker Englands, glich die Teleskope von Short mit denen der besten Lo Künstler und fand den Vorzug der erstern so grofs, da kleinsten Short'schen Teleskope noch besser gefunden wu als die gröfsten der andern Optiker. Nachdem Short si London etablirt hatte, verfertigte er daselbst 1742 für Thomas Spencer ein Spiegelteleskop von 12 Fufs Brenn für 630 Pfd. Sterling und im Jahr 1752 machte er ein gröfseres für den König von Spanien für 1200 Pfd. St Kurz vor seinem Tode brachte er noch den Spiegel zu de, der zu dem grofsen Aequatorial gehörte, das dann Bruder Thomas Short in der Sternwarte zu Edinburg stellte und für welches der König von Dänemark die Su von 1200 Guineen vergebens geboten hatte [1].

Schon mit Hadley hatten sich Bradley und M neux verbunden, um gröfsere und vollkommne Spieg leskope zu Stande zu bringen. Besonders legten sie sic die Erfindung einer bessern Composition der Metallmasse die Spiegel und auf ein genaueres Verfahren in der P derselben [2]. Aus dem Vereine dieser drei Männer gi mehrere sehr gute Teleskope hervor, von denen das gröf Fufs Brennweite hatte. Durch die offene Bekanntmac ihrer Methoden eigneten sich nun auch die andern Kün

---

1 Bernoulli lettres astronomiques. Berlin 1771. Lett. VI. et und Lalande's Astron. §. 1931.

2 Ihr Verfahren wird näher beschrieben in Smith Lehrbegri Optik. Bd. III. Cap. II.

sen Gegenstand zu, und Scarlet besonders mit Hearne
ten der kleineren Spiegelteleskope so viele, dafs sie von
in allgemeinen Gebrauch kamen und zu den stehen-
Artikeln eines jeden optischen Ladens gemacht wurden[1].
geeignetsten zu diesen Spiegeln wäre wohl eine solche
die nicht der Oxydation unterworfen wäre, eine hohe
annähme und so wenig Licht als möglich absorbirte.
hat Platin dazu empfohlen, aber, so viel uns bekannt,
keine Versuche im Grofsen damit gemacht, obschon jetzt
edle Metall durch Rufsland allgemein verbreitet und im
sehr gefallen ist. Der Abbé Rochon soll ein sechs-
Teleskop mit einem Platinspiegel verfertigt haben,
8,75 Zoll im Durchmesser hielt[2]. Es wird sogar von
Gregorianischen Teleskop desselben Rochon geredet,
Spiegel von 22 Zoll Durchmesser und 22,5 Fufs
gehabt haben soll. Wir wissen nicht, was diese
geleistet haben und wohin sie gekommen seyn

bisher genannte Spiegelteleskope aber wurden von
W. Herschel weit übertroffen. Schon vor dem
1774 hatte er einen fünffüfsigen Newton'schen Refle-
Stande gebracht, der als einer der besten der bisher
angesehn wurde. Seitdem hat der grofse und in
seinen Unternehmungen unermüdliche Mann mit eigner
nicht weniger als

200 Metallspiegel von 7 Fufs,
150 — — — 10 Fufs,
80 — — — 20 Fufs

vollendet. Als gröfster Optiker seiner Zeit und
aller Zeiten war er zugleich einer der gröfsten und
Astronomen. Denn er begnügte sich nicht, die be-
Spiegelteleskope verfertigt zu haben, er wollte sie auch

---

1 Ueber die Composition und Politur der Metallspiegel findet
Anleitungen von John Mudge in den Phil. Transact. Vol.
P. I. und in Edward's Directions for making the best composi-
in Nautical Almanac for the year 1787. Ueber Glasspiegel
Smith in Phil. Trans. N. 456. Art. 8. einen geschätzten

2 Gotha'sches Magazin für d. Neueste aus der Physik. Bd. VII.
S. 183.

selbst am besten gebrauchen. Schon das Teleskop von 7
Brennweite, das er im Jahre 1780 vollendet hatte, dient
zu einer der glänzendsten Entdeckungen, die allein
seinen Namen für immer unvergeſslich machen wird.
diesem Instrumente fand er am 13. März 1781 den er
testen Planeten, *Uranus*. Die an diesem Teleskope
brachten Oculare gaben ihm eine Vergröſserung von 23
und 930. An seine spätern 20füſsigen Reflectoren kon
Vergröſserungen von 500 bis 2000 anbringen, ohne sie, für
starke Gegenstände, zu überladen. In demselben Jahre
begann er, durch seine Entdeckung aufgemuntert, ein
leskop von 30 Fuſs Länge mit einem Spiegel von 36 Z
Durchmesser zu verfertigen. Aber im Jahre 1789 voll
er, unter den freigebigen Schutz seines Königs Georg I
stellt, das gröſste aller Spiegelteleskope von 40 Fuſs Län
einem Spiegel von 4,125 Fuſs oder 49,5 Zoll im Durch
Die aus Eisenblech gebaute Röhre dieses in seiner A
zigen Instruments hat 40 engl. Fuſs Länge, mit einer
nung von 4 Fuſs 10 Zoll im Durchmesser. Das ganze
leskop wiegt mit seinem Spiegel gegen 5100 Pfund. De
Spiegel, den er zu diesem Instrumente gemacht hatte
1035 Pf. Da er ihn aber zu schwach fand und Bie
besorgte, so verfertigte er einen andern, der vor seine
arbeitung 2500 Pf. und nach derselben 2148 Pf. wog. Die
ste Vergröſserung, die er noch bei Beobachtung der Fix
gebrauchte, war 6400; für die Planeten pflegte er di
500 und lieber noch die von 250 anzuwenden. Die I
keit, unter welcher die Gegenstände in diesem Instru
erscheinen, soll selbst für geübte Beobachter überrasche
wesen seyn, wie sich auch von einem so gewaltigen S
erwarten läſst. Die Kosten des Ganzen sollen sich auf
Pf. Sterl. belaufen haben. Bei den Beobachtungen mit d
Teleskop sitzt der Astronom seitwärts von der Oeffnun
Rohrs, sein Gesicht dem Spiegel, seinen Rücken dem Ge
zugewendet, und betrachtet das Bild, welches der groſs
einzige Spiegel von den Gegenständen entwirft, unmit
mit seiner Ocularlinse, wie oben (N) bereits erwähnt word
Damit der Beobachter mit seinem Kopfe das Licht nicht hi
frei zum Spiegel zu gelangen, wird der letztere etwas
gegen die Axe gestellt, so daſs also auch das Bild auſs

te, nahe am Rande der Röhre, entsteht. Unglücklicher
eise verlor der Spiegel durch eine einzige feuchte Nacht
ine hohe Politur und das Instrument wurde, wenige Jahre
ch seiner Aufstellung, unbrauchbar. Auch waren wohl die
eobachtungen an diesem zu voluminösen Teleskope sehr un-
equem, so gut und sinnreich auch die Vorrichtungen zu der
ewegung und Handhabung desselben gewesen sind. Die Fi- Fig. 34.
ur zeigt diese Vorrichtung, wie sie in den neuern Zeiten
rbessert worden ist und für größere Teleskope überhaupt in Eng-
nd gebraucht wird. Die Zeichnung zeigt ohne weitere Er-
irung das starke Gerüst, zwischen welchem das Teleskop
ittelst Schnüren in verticaler Richtung bewegt werden kann;
e horizontale Bewegung des Fernrohrs aber wird dadurch
rvorgebracht, daſs das Instrument sammt seinem Gerüste,
ittelst vier Rollen, auf der Peripherie einer kreisförmigen,
rizontalen Unterlage, dem Fuſsboden des Instruments, eben-
lls durch Schnüre und Kurbeln, herumgeführt wird. Um
nd über das Ganze wird ein Thurm mit einem be-
eglichen Dache erbaut, dessen Oeffnung man auf diejenige
eite des Himmels bringen kann, auf der man eben beobach-
n will.

Die groſsen Entdeckungen, die HERSCHEL's Namen ver-
igt haben, wurden nicht mit diesem 40füſsigen Teleskope
acht, sondern mit den 12- und 20füſsigen, die viel leich-
zu behandeln sind. Auch ist jetzt durch J. F. W. HER-
EL, den Sohn von Sir WILLIAM HERSCHEL, an derselben
lle, wo früher jenes groſse Teleskop stand, ein anderes von
Fuſs Brennweite und 18 Zoll Oeffnung errichtet worden,
dem auch der Letztere, bis zu seinem Abgange nach dem
, bereits viele interessante Beobachtungen, besonders über
Nebelmassen des Himmels angestellt hat, die wohl allein
den Herschel'schen Teleskopen mit der erforderlichen
ärfe gesehn werden können. Die gröſsern Spiegelteleskope
rden bisher als England allein angehörend betrachtet, da
meisten derselben, die man in andern Ländern aufgestellt
gebraucht hat, in England verfertigt sind. Hier werden
diejenigen auszunehmen seyn, die SCHRÖTER in Lilien-
l und SCHRADER in Kiel selbst verfertigt haben. Der Er-
erhielt im Jahre 1786 ein von HERSCHEL verfertigtes Te-
kop von 7 Fuſs 4 Zoll Länge mit einem Spiegel von 6,5



Zoll Durchmesser[1]. SCHRÖTER erhielt dazu die stärkste V
gröfserung von 1200, aber er machte sich selbst später n
stärkere Oculare, wie denn auch HERSCHEL bei einem g
gleich grofsen Teleskope zur Beobachtung des scheinb
Durchmessers von α Lyrae eine Vergröfserung von 643
gewendet hat. Uebrigens können so starke Vergröfserun
nur bei sehr lichtstarken Gegenständen, bei der günsti
Beschaffenheit der Atmosphäre u. s. f. mit Nutzen angew
det werden. In den meisten Fällen aber wird man viel sch
chere angemessener finden. So gebrauchte SCHRÖTER bei j
Teleskope für den Saturn die Vergröfserung von 210, für
Mond aber die von 640. Der Durchmesser des Gesich
des betrug bei der 300fachen Vergröfserung 5 Min
SCHRÖTER's Beobachtungen zu seinen *selenographischen F*
menten sind beinahe ganz mit diesem Teleskope gemacht
den. In diesem Werke findet man auch die Beschr
eines Newtonianischen Teleskops von 25 Fufs Länge, w
SCHRÖTER, gemeinschaftlich mit SCHRADER, selbst ver
und das er der k. Societät der Wiss. zu Göttingen im
1794 zur Prüfung übersendet hatte. Nach den Beobachtu
die SCHRÖTER selbst mit diesem Teleskope angestellt
ward es seinen besten Wünschen entsprechend gefunden
sah damit im Jahre 1794 den Stern σ Orionis zwölffach.
kanntlich ist er erst in unsern Tagen von STRUVE mi
grofsen Refractor FRAUNHOFER's 16fach gesehn worden[2].
nachher verfertigte SCHRADER ein anderes Teleskop vo
Fufs Länge, das er selbst[3] beschrieben hat. Eins de
fsern von HERSCHEL verfertigten Teleskope findet man
in dem mathematischen Salon zu Dresden, in der soge
Hofsternwarte in Wien und auf dem Observatorium zu
tingen. Von RAMAGE's neuern grofsen Spiegelteleskop
schon oben (O) gehandelt worden. Noch wollen wir b
ken, dafs der berühmte Astronom in Cambridge, jetzt in G
wich bei London, G. B. AIRY, erst im Jahre 1822 v
die Glasspiegel zu ihrer früher verlornen Ehre zu b

1 SCHRÖTER Beiträge zu den neuesten astronomischen Ent
gen. Berl. 1788.

2 M. s. Götting. gel. Anzeigen 1794. St. 60. und Bode
Jahrbuch. 1793, 94, 96 und 1797.

3 Beschreibung eines Teleskops. Hamburg 1794.

ichte. Nach seinem sinnreichen darauf angewendeten Verfahren liefs er mehrere recht gute Teleskope mit Glasspiegeln verfertigen, und man mufs bedauern, dafs seine andern gehäuften Geschäfte als Lehrer der Mathematik und jetzt als kön. Astronom in Greenwich ihm nicht erlaubten, diesen interessanten Gegenstand weiter zu verfolgen.

L.

Tellur.

Tellurium; *Tellure;* Tellurium.

Ein von Müller v. Reichenstein und von Klaproth entdecktes Metall, im gediegenen Tellur, Schrifttellur, Weifstellur, Blättertellur, Tellurwismuth, Tellurblei und Tellursilber vorkommend; krystallisirt in spitzen und stumpfen Rhomboedern und sechsseitigen Tafeln, nach den Flächen des spitzen Rhomboeders spaltbar; von 6,2445 spec. Gewichte; sehr spröde, zinnweifs, schmilzt unter der Glühhitze, und siedet noch unter dem Erweichungspuncte des Glases, gelbe Dämpfe von unangenehmem Geruch erzeugend.

Das *Tellur-Oxyd* oder die *tellurige Säure* (32,1 Tellur auf 8 Sauerstoff) ist ein weifses Pulver, leicht schmelzbar und dann zu einer strohgelben, strahligen Masse erstarrend, nicht in Wasser löslich. Die Auflösungen desselben in Säuren werden oft schon durch Verdünnung mit Wasser zersetzt; Phosphor, schweflige Säure, Antimon, Zink und mehrere andere Metalle fällen daraus metallisches Tellur, Alkalien fällen sie weifs, Hydrothionsäure schwarzbraun, mit den Alkalien und anderen stärkeren Salzbasen bildet die tellurige Säure tellurig-saure Salze, von denen die des Ammoniaks, Kali's, Natrons und Lithons in Wasser löslich sind. Die *Tellursäure* (32,1 Tellur auf 12 Sauerstoff) erscheint im wasserfreien Zustande als orangegelbes Pulver, in Wasser und den meisten übrigen Flüssigkeiten unlöslich; in gewässertem in farblosen Krystallen, welche metallisch schmecken, Lakmus röthen, sich reichlich in Wasser und wässerigen Säuren lösen und mit den Salzbasen die tellursauren Salze bilden, von denen die der Alkalien in Wasser löslich sind.

Das Tellur ist das einzige Metall, welches mit Wa stoff eine Säure zu bilden vermag. Diese, die *Hydrotel säure* (32,1 Tellur auf 1 Wasserstoff), ist ein farbloses, br bares Gas, der Hydrothionsäure ähnlich riechend, vom W leicht absorbirbar, mit Alkalien hydrotellursaure Salze liefe Das *Fluortellur* ist wasserhell, leicht schmelzbar und dampfbar. Das *Halb-Chlor-Tellur* ist ein schwarzer, krystallinischer Körper, der leicht schmilzt und sich da einen purpurnen Dampf verwandelt. Das *Einfach-Chlort* ist weifs und krystallinisch, zu einer gelben Flüssi schmelzbar und schwierig in dunkelgelben Dämpfen verf tigbar. Das *Bromtellur* krystallisirt in gelben Nadeln, in Hitze schmelzend und einen gelben Dampf bildend. Das *tellur* krystallisirt in eisenschwarzen Säulen. Das *Sch tellur* ist, durch Füllung erhalten, braunschwarz, nach Schmelzen grau, halb metallglänzend und ein Nichtleit Elektricität.

G.

Temperatur.

Temperatura; Température; *Temperature.*

Das Wort Temperatur (von *temperare*, mäfsigen), wen den Gebrauch desselben in der Akustik ausschliefsen[1], zeichnet die in Beziehung auf die Wärme und Kälte vorhand Zustände der Körper in der Art, dafs eine *hohe* Temp das Vorhandenseyn verhältnifsmäfsig vieler Wärme, eine *dere* aber weniger Wärme andeutet. Hiernach wäre Te ratur mit Wärme identisch, wenn nicht der erstere Aus blofs den Zustand der Körper, der letztere aber zugleich Ursache dieses Zustandes bezeichnete. Man könnte so die Untersuchung der Temperatur auch als einen Theil Wärmelehre betrachten, allein die Temperaturverhältnisse verschiedenen Gegenstände, namentlich unserer Erde u den unteren Regionen des Luftkreises an den verschied Orten, sind so zusammengesetzt und wichtig, dafs ihnen wendig ein eigner Artikel gewidmet werden mufs; je

1 S. *Schall*. Bd. VIII. S. 341.

ird darin von der Entstehung und den Modificationen der
ie Temperatur bedingenden Wärme nicht die Rede seyn,
dem diese zweckmäſsiger dem Artikel *Wärme* anheimfallen.
nur übersieht man bald, daſs sich nicht wohl Untersuchun-
en über Temperatur im Allgemeinen anstellen lassen, son-
ern diese beziehn sich stets auf diejenige, welche einem ge-
wissen Gegenstande eigen ist. Sofern aber die Menge der
Gegenstände, deren Temperatur untersucht werden könnte,
unendlich ist, so können die Untersuchungen sich nur auf
diejenigen beziehn, deren Temperatur zu kennen für uns von
Wichtigkeit ist, namentlich die Erde, deren Kruste und die
sie zunächst berührenden Luftschichten.

A. Temperatur im Innern der Erde[1].

1) Dieser Gegenstand ist bereits[2] untersucht worden und es
bedarf also hier nur eines Nachtrags. Es wurde aus zahlreichen
Beobachtungen geschlossen, daſs die Wärme der Erde mit der
Tiefe des Eindringens nach dem Innern derselben bedeutend
zunehme und sich hiervon auf den Zustand des eigentlichen
Innern schlieſsen lasse, wenn auch das genaue Gesetz der
Zunahme der Wärme mit der Tiefe noch nicht ausgemittelt
. Seitdem wurde diese Aufgabe ausführlich durch Cor-
dier[3] behandelt, welcher zu dem nämlichen Resultate ge-
langte. Hierzu benutzte er die bereits genannten Untersu-

1 Die Aufgabe, die Temperatur unserer Erde genauer zu kennen,
ist von solcher Wichtigkeit, daſs ihr ein eigener, nachfolgender Ar-
tikel gewidmet werden muſste. Inzwischen durften einige dazu gehö-
rige Sätze wegen ihres genauen Zusammenhanges mit den folgenden
Untersuchungen hier nicht fehlen. Wiederholungen sind dabei mög-
lichst vermieden worden.

2 S. *Erde*. Bd. III. S. 971. Vergl. Arago in Annuaire 1834. Pog-
gendorff Ann. Bd. XXXVIII. S. 235. Edinb. Phil. Journ. T. XXXII.
265.

3 Mém. de l'Acad. l'Inst. de France. T. VII. p. 473. Edinb. New
Phil. Journ. N. VIII. p. 273. X. p. 277. XI. p. 32. Seine Abh. ist
vom 1. Juni 1827. Vergl. Schweigger's Journ. Bd. LII. S. 265. Mém.
du Musée d'Histoire nat. 8ter Jahrg. 5. Heft. Poggendorff Ann. Bd.
XIII. S. 363.

chungen von GENSANNE[1], D'AUBUISSON[2], DE SAUSS[...]
FREIESLEBEN und v. HUMBOLDT, v. TREBRA, THOM. L[...]
und W. FOX, aufserdem aber die nicht genannten von B[...]
DUNN und FENWICK in den Kohlenminen von Nordengla[...]
CORDIER verkennt nicht, dafs ein kleiner Irrthum in der [...]
nahme der Temperaturvermehrung bei gemessenen Tiefen [...]
deutende Fehler in der Bestimmung des Gesetzes der Wä[...]
zunahme hervorbringen mufs. Seine eigenen Messungen [...]
in den Minen von Littry, im Departement von Calvados, [...]
Fufs über dem Meeresspiegel, 2) in denen von Decise im [...]
partement von Nièvre, 460 F. hoch sich öffnend, 3) [...]
Carmeaux im Departement der Tarn, nördlich von Alby, [...]
gefähr 768 F. über dem Meeresspiegel sich öffnend, in [...]
Jahren 1822 bis 1825 sind daher mit gröfster Vorsicht anges[...]
worden; die gebrauchten Thermometer wurden mit Hülfe [...]
ARAGO und MATHIEU mit dem auf der Sternwarte zu [...]
verglichen und verdienen daher volles Vertrauen.

2) Mit Recht verwirft CORDIER die grofse Zahl von [...]
obachtungen der Lufttemperatur in den Schachten, weil [...]
seinen, auf Sachkenntnifs gestützten, Bemerkungen genüg[...]
hervorgeht, dafs zu viele Bedingungen störend einwirken, [...]
Mangel genügender Vorsicht bei ihrer Anstellung nicht [...]
rechnet. Dennoch geht aus ihnen unverkennbar eine mit [...]
Tiefe zunehmende Temperatur hervor. Die aus den Grub[...]
wassern erhaltenen Resultate sind allerdings weit zuverlässi[...]
aber keineswegs absolut sicher, weil man nicht wissen ka[...]
wie schnell das Tagewasser durch die Erdkruste dringt, bis [...]
welcher Tiefe es vor seinem Erscheinen herabsinkt und du[...]
welche Canäle es vorher läuft. Es ist demnach, insbesond[...]
bei den besseren, jetzt zu Gebote stehenden Thatsachen, ü[...]
flüssig, das Gesetz der Wärmezunahme, wie CORDIER d[...]
selbe aus den älteren Beobachtungen in Sachsen, England u[...]
Mexico ableitet, hier wiederzugeben. Das Einschliefsen [...]
Thermometer in die Felsen der Schachte verspricht weit [...]

---

1 Er bezieht sich auf MAIRAN Dissertation sur la Glace. [...] 1749. p. 60, die mir nicht zur Hand ist.

2 Journ. des Mines. T. XI. p. 517. T. XXI. p. 119. Descrip[...] des Mines de Freiberg. p. 151. 186. 200.

3 Ann. de Chim. et Phys. T. XIX. p. 438. T. XXI. p. [...] Vergl. N. J. WINCH Geogr. Distrib. of Plants. p. 51.

sicherere Resultate, aber dennoch verwirft Cordier diejenigen, welche v. Trebra in den sächsischen Bergwerken erhalten hat, weil die hervorstehenden Felsen zu lange mit der Luft in den Minen in Berührung gewesen waren. Ebendieses Argument läfst sich gegen einige Messungen in den Minen von Cornwallis und Carmeaux geltend machen, weniger aber gegen die zu Dalcoath in Cornwallis durch Fox angestellten, wo ein Thermometer, 3 F. 3 Zoll tief in einen Felsen eingesenkt, 18 Monate hindurch beobachtet wurde, obgleich auch diese nicht gegen jede Einwendung sicher sind. Die einzige unzweifelhafte Thatsache ist die höhere Temperatur, die man unveränderlich in den Gewölben unter der Sternwarte zu Paris antrifft, aus welcher eine Tiefe von 92 Fufs für 1° C. hervorgeht.

3) Die Versuche Cordier's genauer zu beschreiben übergehe ich der Kürze wegen, und begnüge mich, die hauptsächlichsten der verschiedenen Folgerungen mitzutheilen, welche er daraus ableitet, deren einige zwar mehr in das Gebiet der Phantasie gehören und minder genau mit anderweitigen Thatsachen übereinstimmen, die meisten aber zur Erklärung der geologischen Phänomene höchst fruchtbar sind. Uebereinstimmend mit früheren Versuchen geht aus den sehr genauen von Cordier unverkennbar eine mit der Tiefe zunehmende Wärme hervor, die auffallend wächst, aber bei weitem nicht an allen Orten auf gleiche Weise, und die keinem constanten, auf die geographische Länge oder Breite gestützten, Gesetze unterliegt [1]. In einigen Gegenden beträgt die einem Grade zugehörige Tiefe nicht mehr als 15, ja sogar nur 13 Meter, im Mittel aber läfst sich vorläufig 25 Meter hierfür annehmen. Hieraus folgt dann zunächst, dafs der Erdball anfänglich in feurigem Flufs gewesen seyn müsse und dafs dieser Zustand noch jetzt in ihrem Innern statt finde. Nähme die Wärme in dem angegebenen

---

1 Fr. Parrot d. Aelt. hat in einer ausführlichen Abhandlung in Mém. de l'Ac. Imp. des Sc. de Petersb. VI. Sér. T. I. p. 501. die Meinung von einer nach dem Innern der Erde zunehmenden Wärme bestritten. Hierbei stützt er sich hauptsächlich auf den Mangel an Uebereinstimmung der bisher erhaltenen Resultate. Dieser Einwurf ist allerdings gegründet, kann aber das Ergebnifs im Ganzen, wonach die Wärme mit der Tiefe zwar wächst, wenn gleich das Gesetz der Zunahme noch unbekannt ist, nicht aufheben.

Verhältnifs zu, so betrüge die Glühhitze im Centrum die enorm Gröfse von 3500° Wedgwood oder 250000° C. Eine Hit von 100° Wedgwood, die im Stande wäre, alle Laven z schmelzen, würde nach seinen Versuchen schon eintreten z Carmeaux in 55 Lieues Tiefe, jede Lieue zu 5000 Meter g rechnet, zu Littry in 30 Lieues, zu Decise in 23 Lieues, we che Gröfsen $\frac{1}{23}$, $\frac{1}{42}$ und $\frac{1}{55}$ vom Halbmesser der Erde au machen, und in diese Tiefen müfsten wir denn auch d Flüssigkeitszustand des Erdballs setzen. Wird dann mit Fou rier angenommen, dafs die Erde sich noch fortwährend ab kühlt, so müssen hierdurch auch stets noch primitive Lage rungen gebildet werden, bis die Abkühlung aufhört. D Dicke der bereits abgekühlten Rinde der Erde kann nicht wo mehr als 20 Lieues zu 5000 Meter betragen, welches nic völlig $\frac{1}{63}$ des Erdradius ausmacht, jedoch ist diese Dicke nic überall gleich, die dünneren Schichten geben eine grös Bodenwärme, und daher kann die mittlere Temperatur nic nach einer auf die Breitengrade gegründeten Formel für al Längen berechnet werden, wie solche durch Mairan, Lam bert, Mayer und Andere aufgestellt worden sind. Die Beweglic keit der innern flüssigen Masse mufs dann auch nothwend die Zerreifsungen und Zerklüftungen der Kruste bewirkt ha ben, die wir überall wahrnehmen, und die weithin sich e streckenden Erdbeben zeigen noch fortwährend Schwankung der Erdkruste, wie denn nicht minder die Hebungen der ska dinavischen Küsten und das Sinken der africanischen im Be trage von 2 bis 3 Centimetern in einem Jahrhundert leic damit in Zusammenhang zu bringen sind. Kühn ist die Hy pothese, wonach die vulcanischen Ausbrüche dadurch erzeu werden sollen, dafs die stets sich mehr abkühlende Krus eine Zusammenziehung erleidet, welche bei der inneren gl henden Masse geringer ist, während gleichzeitig die Excen tricität der Erde zunimmt, weswegen die inneren Theile dur die Krater der Vulcane einen Ausweg suchen. Zur Unter stützung dieser Meinung dienen die Messungen der Masse welche vom Pico di Teneriffa in den Jahren 1705 und 1798 u von den erloschenen Vulcanen Murol in der Auvergne u Cherchemus bei Mezin im Innern von Frankreich ausgewor worden sind, woraus sich ergiebt, dafs diese im Mittel ein Kubik Kilometer (29174 Kub. F.) betragen. Würde diese Masse übe

die ganze Erde ausgebreitet, so betrüge die Dicke nicht mehr als $\frac{1}{300}$ Millim., und der mittlere Halbmesser des noch glühenden Erdkerns, die feste Kruste 20 Lieues (von 5000 Meter) dick angenommen, würde dadurch nur um $\frac{1}{494}$ Millim. verkürzt werden. Eine Verkleinerung des Erdballs durch Abkühlung könnte sonach, meint Cordier, mit der Behauptung Laplace's, daſs die Länge der Tage seit Hipparch's Zeiten noch kein Dreihundertstel einer Centesimal-Secunde abgenommen habe, sehr wohl bestehn. Uebereinstimmend mit der ganzen Hypothese müssen die Erdbeben die dünnsten Stellen der Erdkruste am meisten treffen. Unhaltbar ist dagegen nach neueren Ergebnissen die Hypothese, daſs die Menge des Eisens im Innern der Erde, welches durch die Bestandtheile der Laven und das spec. Gewicht der Erde angedeutet wird, nach Halley's Meinung Ursache des tellurischen Magnetismus seyn soll, da glühendes Eisen nicht magnetisch ist, der Magnetismus der Erde ohne Zweifel bloſs in der erstarrten Rinde seinen Sitz hat und da am schwächsten sich zeigt, wo die zersetzte Erdkruste am dünnsten, die Bodenwärme dagegen am gröſsten ist, woraus die eigenthümliche Krümmung der nördlichen isodynamischen Linien erklärlich wird[1].

4) Wenn gleich die von Cordier aufgestellten Folgerungen als bereits hinlänglich begründet angenommen werden und man sonach im Ganzen nicht mehr an einer mit der Tiefe zunehmenden Temperatur des Erdballs zweifelt, die in der Tiefe von etlichen geographischen Meilen nicht bloſs zur Glühhitze, sondern sogar bis zur Schmelzhitze der strengflüssigsten Fossilien übergehn muſs, man ferner im Allgemeinen damit einverstanden ist, anzunehmen, daſs wegen der vielen und groſsen obwaltenden Schwierigkeiten das Gesetz der Wärmezunahme nicht mit absoluter Schärfe aufgefunden werden kann, da es auf jeden Fall höchst wahrscheinlich ist, daſs dasselbe nicht an allen Orten der Erde das nämliche sey, und auſserdem ganz willkürlich vorausgesetzt wird, daſs die mit der Tiefe bis zum Centrum wachsende Wärme eine arithmetische Reihe bilde, so bleibt dennoch das Problem ein sehr wichtiges und die Ansprüche der Wissenschaft fordern daher,

---

1 Vergl. unten: *Ursachen der Temperatur-Unterschiede*, *Bodenwärme*.

dafs man dasselbe so weit als möglich verfolge. Man demnach auch später die bis dahin aufgefundenen Thatsac durch keineswegs unbedeutende Beiträge vermehrt.

5) Ein Zweifel gegen die Hypothese einer Wärmezuna nach dem Innern der Erde, wie der bereits erwähnte v Moyle, ist nicht weiter erhoben worden, aufser ein ähnlicher v Math. Miller[1], nach dessen Meinung die gröfsere Wä in tiefen Schachten vom Niedersinken der äufsern Luft h rührt, welche dadurch verdichtet werden und Wärme a scheiden soll. Dieser Einwurf ist jedoch durch Fox[2] ber dadurch widerlegt worden, dafs er die Wärme der aufsteigen und der niedersinkenden Luftströme in tiefen Schachten m wobei sich zeigte, dafs jene 5° bis 9°,5 C. wärmer sey, als di Unter die älteren, noch nicht erwähnten und hier daher nach tragenden, Messungen gehören die von John Forbes[3] in d Kohlenminen von Cornwallis, welcher anfangs gleichfalls Meinung hegte, die wahrgenommene höhere Temperatur e stehe durch die Arbeiter und Grubenlichter, was er du Berechnung der hierdurch erzeugten Wärme, mit Rücksicht auf fortdauernd weggeführte, zu beweisen suchte. Durch di genaueren Bestimmungen und durch fortgesetzte Messun überzeugte er sich jedoch, dafs diese Ursache zwar mitw kend, zugleich aber dennoch eine innere Wärme der E anzunehmen sey. Ebendieses Resultat geht aus den vie Messungen hervor, welche Bald[4] in den Kohlenminen Nordengland vornahm, so wie aus denen von John Da und von Barham[6], welcher in den vielfach für diesen Zwe benutzten Kohlenminen von Cornwallis die Temperatur v 16 bis 100 Fathoms = 28° bis 34° C., in 230 Fathoms Ti aber = 41° bis 45° C. gefunden haben will. Aus den M sungen in den Minen von Durham in Northumberland f

1 Edinburgh Phil. Journ. N. XVIII. p. 242.

2 Philos. Magaz. and Annals of Phil. 1830. Febr.

3 Cornwall. Geol. Trans. T. II. p. 159. Ann. of Phil. XXII 447. Phil. Mag. LXI. p. 436. G. LXXVI. 390.

4 Edinburgh Phil. Journ. N. I. p. 134.

5 Edinburgh Journal of Science N. V. p. 75.

6 Cornwall. Geol. Trans. T. III. p. 150. Férussac Bulletin. G 1829. N. II. p. 174.

Zunahme der Temperatur von 1° C. für 80 Fuſs Tiefe[1].
Resultate der älteren Versuche sind verschiedentlich, na-
:h auch durch HENWOOD [2] zusammengestellt worden und
im Ganzen keinen Zweifel an der Richtigkeit der Thatsache
Unter die neueren Versuche gehören ferner diejenigen,
R. Fox [3] mit dem ausgepumpten Wasser in den Mi-
Cornwallis angestellt hat, da man auch nach Cor-
...ans richtigere Resultate erhält, als durch Beobach-
der Lufttemperatur. In den Kupferminen der Parochie
...p fand er für 1° C. 30 Fuſs Tiefe, in den Zinnminen
bei Helston für 1° C. Temperaturerhöhung 75 Fuſs;
...ten war die Wärmezunahme in den Poldice Kupfer-
...minen in der Parochie Gwennap, welche gleichfalls
...lst des ausgepumpten Wassers gefunden wurde, denn
...g im nahe übereinstimmenden Mittel aus beiden für
16 Fuſs. Dieses weicht sehr ab von demjenigen
welches IRVING [4] in den Minen der Leadhills er-
dort betrug die Wärmezunahme nur 1° C. für 190
... In Beziehung auf die vielen, in England ange-
Messungen verdient als auffallendes Resultat noch er-
werden, daſs nach HENWOOD's [5] Messungen in den
von Cornwallis die Temperatur im Granit mit der
weniger zunehmen soll, als in den geschichteten Fels-
denn es betrug die Wärme

... Faden im Granit	11° C.,	in geschichteten Felsarten	13°,89 C.
— — —	15,00	— — — —	16,30 -
— — —	18,50	— — — —	20,00 -
— — —	—	— — — —	25,56 -
— — —	27,37	— — — —	29,75 -

...andern Mine gab das unterirdische Wasser als noch
...s Resultat:

Galerie 22,5 Faden im Granit 12°,45 C.; 17 Faden
in geschichteten Felsarten 11°,88 C.
in 100 Faden im Granit 14,00 C.; 113 Faden
in geschichteten Felsarten 15°,36 C.

---

1 Edinburgh Journ. of Science N. S. N. XII. p. 345.
2 Edinburgh Journ. of Sc. N. XX. p. 234.
3 Edinburgh New Phil. Journ. N. XX. p. 382.
4 L'Institut. 1836. N. 172.
5 L'Institut. 1836. N. 185. Edinburgh New Phil. Journ. N. XLII. p. 376.

Dieses auffallende Ergebnifs mufs jedoch durch anderweitige Erfahrungen erst weiter bestätigt werden, ehe man eine Erklärung desselben versuchen darf.

Die mit der Tiefe wachsende Temperatur ist auch an vielen andern Orten bestätigt worden[1], z. B. in den Minen zu Leadhills in Schottland[2], wo nach mehrmonatlicher Abwesenheit aller Arbeiter die Wärme des Wassers oben 4°,44 C. und in 95 Faden Tiefe 9°,44 gefunden wurde. Zu Dieuze, wo die mittlere Temperatur der Luft 10°,1 C. beträgt, fand Levallois[3] in einer fast 330 F. tiefen Salzmine 13°,1 C., so dafs dort also gerade 110 Fufs Tiefe auf 1° C. Wärmezunahme kommen. Ebenso gewahrte man auch zu New-Jersey in einem 300 Fufs tiefen Brunnen eine merkliche Zunahme der Temperatur[4]. Merkwürdig ist der Umstand, welchen man an den tiefen Brunnen in Indien wahrgenommen hat, nämlich dafs diejenigen, aus denen stets Wasser zur Bewässerung geschöpft wird, eine höhere und mit der Tiefe mehr zunehmende Temperatur zeigen, als diejenigen, die seltener im Gebrauch sind. Tremenheere[5] unter Andern fand unter 26° und 27° N. B. und 76° bis 78° östl. Länge v. G., wo die mittlere Temperatur = 24°,5 C. ist, in 40 bis 80 Fufs Tiefe 25° C., in 80 bis 120 Fufs 26°,31 C., in 120 bis 140 Fufs 27°,22 C. Wärme.

6) Alle diese Resultate beweisen zwar im Allgemeinen den fraglichen Satz, es giebt jedoch andere Versuche, welche, mit weit mehr Umsicht angestellt, der Sache eine mehr wissenschaftliche Grundlage geben. Dahin gehören vorzüglich diejenigen, welche P. Erman[6] in einem Bohrloche zu Rüdersdorf unweit Berlin angestellt hat. Dieses Bohrloch gewährte die Erreichung einer Tiefe von 630 Fufs unter der Hängebank, die eingesenkten Röhren in demselben hatten jedoch unten eine Weite von nur 3,2 Zoll und gestatteten daher

---

1 London and Edinburgh Phil. Mag. N. XXVII. p. 237.

2 Edinb. New Phil. Journ. N. XLI. p. 174.

3 Ann. des Mines 3me Sér. T. III. p. 629.

4 Ann. des Mines T. VI. p. 443.

5 Biblioth. univ. 1836. p. 355. aus As. Journ. Vergl. l'Inst. 1836. N. 184.

6 Berliner Denkschr. Jahrg. 1831. u. 1832. Vergl. v. Leonh. Neues Jahrbuch. 1833. Hft. 6. S. 717.

e Anwendung eines gehörig eingeschlossenen trägen Thermo-
ters, welches so lange in dem Wasser in der Tiefe erhal-
n werden muſste, bis es die dortige Temperatur angenom-
en hatte, und wobei dann erforderlich war, die während des
rausziehens erfolgte Veränderung zu berechnen. Nach vor-
ufigen Proben nahm das Thermometer die Temperatur der
gebung binnen 2 Stunden völlig an, auch betrug der Ein-
ſs der äuſseren Wärme nur 0,1 Grad R. in 4 Minuten;
s Seil hatte vorher, gehörig belastet, im Wasser gehangen
d war dann durch angeheftete Marken in die zum Messen
nenden aliquoten Theile getheilt worden. Die Versuche
n 25 Juni 1831 ergaben für rheinländische Fuſs

Temperatur der Luft im Freien	— —	12°, 6 R.
— — auf der Sohle des 80 F. tiefen Schachtes	— —	8,0 —
— — des Wassers daselbst	— —	10,3 —
— — in 625 Fuſs Tiefe	— —	15,58 —
— — in 495 — —	— —	14,50 —
— — in 350 — — —	— —	13,98 —
— — in 200 — — —	— —	10,75 —
— — in 630 — — —	— —	15,40 —

mmt man aus den beiden Resultaten für die gröſste Tiefe
Mittel = 15°,49 und für die bekannte mittlere Temperatur des
s 8°,04, so betrug die Zunahme 7°,45 R., wodurch die
einigen Gelehrten rücksichtlich der Wärmezunahme ge-
ten Einwürfe gänzlich beseitigt werden. Sollten jedoch
erhaltenen Resultate zur genauen Bestimmung des Gesetzes
r Zunahme dienen, so bemerkt Erman mit Recht, daſs
n des Ausströmens des Wassers aus diesem artesischen
en die erforderlichen Correctionen unmöglich aufzufin-
ind, und man kann hierzu nur gelangen, wenn man
Thermometer in die verschiedenen Tiefen frisch gebohrter
her herabsenkt. Da die ganze gebohrte Tiefe des Loches
Fuſs betrug, die Röhrenleitung aber nur bis 630 Fuſs
te, und das Thermometer beim letzten Versuche 5 F. tief
Schlamm steckte, so läſst sich annehmen, daſs das herab-
nkte Thermometer die Temperatur der gröſsten Tiefe an-
igt habe, in welchem Falle 95,3 Fuſs für 1° R. gehörten;
e dasselbe aber die Temperatur derjenigen Tiefe, wo es
wirklich befand, so würde diese Gröſse nur 84,7 Fuſs

betragen. Nimmt man hiervon einen mittlern Werth, so geh
90 Fuſs Tiefe für 1° R. Daſs aber die in den höheren
tionen beobachteten Temperaturen mit keiner dieser be
Annahmen übereinstimmen, erklärt sich leicht aus der
völligen Abkühlung des aufsteigenden Wassers und aus
Einflusse des seitwärts zuströmenden. Bei diesen Vers
verdient noch bemerkt zu werden, daſs der tiefste Punc
Bohrloches von 630 Fuſs, wohin das Thermometer gel
ungefähr 428 Fuſs unter dem Spiegel der Nordsee liegt.

7) In demselben Jahre am 3. Juli stellte MAGNUS
diesem Bohrloche abermals Versuche an und bediente
hierbei des von ihm eigens für solche Messungen zwec
ſsig construirten *Geothermometers*[2]. Dieses zeigte in 6
Tiefe von der Höhe an gerechnet, auf welcher der S
angelegt ist, 15°,9 R., in 500 Fuſs Tiefe 14°,2 und in
F. Tiefe 13°,7. Das 80 Fuſs tiefer aus der Röhre a
ſsende Wasser zeigte 10°,3 R., mithin geben 655 —
575 Fuſs Tiefe 15°,9 — 10°,3 = 5°,6 R. Temperat
terschied, also 100 Fuſs 1° R., welches für 420 Fuſs
und für 300 Fuſs 13°,3 mit dem Versuche sehr genau
einstimmend giebt. Die mittlere Temperatur des Boden
Rüdersdorf nimmt MAGNUS mit v. HUMBOLDT zu 7°,6 R. an
dann beträgt der Temperaturunterschied für 655 Fuſs Tiefe
— 7°,6 = 8°,3 R., wonach für jede 100 Fuſs 1°,25 R.
men, oder es kämen auf 1° R. Wärmezunahme fast 79
Tiefe. Wollte man aber die Wärmezunahme von der
des Stollens anfangend rechnen, welcher mit einem nahe
von der angegebenen mittleren Bodentemperatur in gle
Niveau liegt, so kämen auf 1° R. nur etwas über 69
eine allerdings geringe Gröſse, welche auf die Vermu
führen müſste, daſs das wärmere Wasser aus gröſseren T
komme. Die Messungen sind später in den Jahren 1831,
und 1833 noch zehnmal durch den Bergmeister SCHM
vermittelst eines Apparates wiederholt worden, welcher den
ERMAN gebrauchten nachgebildet war. Die gefundene W
zunahme stimmte jedoch weder in den verschiedenen V

1 Poggendorff Ann. XXII. 146.
2 Vergl. *Thermometer.*
3 Poggendorff Ann. XXVIII. 233.

ken unter sich, noch mit der durch Erman und Magnus efundenen vollkommen überein; bloſs die Temperatur des usflieſsenden Wassers wurde stets gleichmäſsig gefunden. Diese letzten Versuche haben noch den Vorzug, daſs sie bis u einer Tiefe von 880 Fuſs fortgesetzt worden sind, also bis etwa 100 Fuſs unter den Spiegel des Meeres. Dort war die Wärme 18°,8 R., wonach also 78,5 Fuſs auf 1° R. kommen. Nach Hericart de Thury[1] hat das Wasser eines 67 Meter tiefen artesischen Brunnens bei Epinay 14° C., eines andern daselbst von 54 Metern Tiefe 13°,3, während ein 12 Meter tiefer Brunnen nur 11° C. zeigt. Diese Temperaturen als den Tiefen genau zukommend angenommen geben sehr nahe 56,4 F. Tiefe für 1° C. Wärmezunahme und die mittlere Temperatur der Oberfläche = 10°,34 C. Zu Rochelle, wo die mittlere Temperatur der Luft und des Bodens einander sehr gleich sind, zeigt ein 123,16 Meter tiefer artesischer Brunnen 18°,12 C., welches bei einer mittleren Temperatur von 11°,87 C. für 1° C. 19,71 Meter oder nahe 61 Fuſs giebt[2].

8) An diese schätzbaren Versuche lassen sich am besten die noch vorzüglicheren anreihen, welche von de la Rive und Marcet in einem artesischen Brunnen eine Lieue von Genf und 297 Fuſs über dem Spiegel des Sees angestellt wurden[3]. Der Umstand, daſs das Wasser in demselben nicht aufsteigen wollte, war der beabsichtigten Untersuchung ausnehmend günstig; auſserdem bedienten sie sich eines genau und zweckmäſsig construirten Register-Thermometers, und sie betrachten es als eine Folge dieser günstigen Bedingungen, verbunden mit der aufgewandten groſsen Sorgfalt, daſs als Resultat eine regelmäſsig mit der Tiefe wachsende Temperatur hervorging. Sie fanden

Tiefe	Temperatur	Tiefe	Temperatur	Tiefe	Temperat.
00 Fuſs	8°,4 R.	250 Fuſs	10°, R.	500 Fuſs	12°,2 R.
50 —	8,5 —	300 —	10,5 —	550 —	12,63 —
00 —	8,8 —	350 —	10,9 —	600 —	13,05 —
50 —	9,2 —	400 —	11,37 —	650 —	13,50 —
00 —	9,5 —	450 —	11,73 —	680 —	13,80 —

1 Globe 1828. Mars 26.

2 Férussac Bullet. des Sc. natur. 1830. Avril.

3 Mém. de la Soc. de Phys. et d'Hist. nat. de Genève. T. VI. P. II. p. 503. Bibl. univ. 1834. Mai. p. 30. Edinb. New Phil. Journ. XXXVII. p. 143.

Hiernach beträgt im Mittel die Wärmevermehrung für 100
Tiefe 0°,875 R. oder für 1° C. gehört eine Tiefe von 3
Meter = 98,5 Fufs.

9) In Wien existirten im Jahre 1830 im Ganzen 41 artes
Brunnen, deren Tiefe, Ergiebigkeit und Temperatur aus v.
QUIN's Untersuchungen[1] bekannt sind. Die Wärme de
solchen Brunnen ausfliefsenden Wassers ist zwar ein nicht seh
verlässiges Mittel zur Erforschung der mit der Tiefe wac
den Temperatur der Erde, inzwischen hat SPASKY[2] de
die Angabe von den nicht hepatischen Brunnen benutzt
dieses Gesetz aufzufinden. Für 27 Quellen wurde die
meine Gleichung in Anwendung gebracht, wonach

$$T = A + ax$$

ist, worin T die gesuchte Temperatur, A die mittlere W
a die Tiefe und x die Zunahme der Wärme für 1 Fufs
bezeichnen. Weil aber die Menge des in 24 Stunden
fliefsenden Wassers auf den gesuchten Werth einen E
hat, so wurde auch diese mit in den Calcül genommen,
aus die Gleichung hervorging $mT = mA + max$.
Gleichungen geben als Endresultat, wenn die mittlere
peratur von Wien = 8°,2 R. angenommen wird,

A = 8°,0311, mittlerer Fehler 0°,08601,
x = 0,0117716, mittlerer Fehler 0,00065.

Hieraus folgt eine mit der Tiefe zunehmende Wärm
85 Wiener Fufs für 1° R. oder fast 27 Meter, also na
Fufs für 1° C.

10) ALEXANDER v. HUMBOLDT, alle wissenschaftlich
schungen lebhaft befördernd, veranlafste im Jahre 1828
in den verschiedenen Bergwerken des preufsischen S
Thermometer beobachtet wurden, die an trockenen Stel
Bohrlöcher gesenkt und durch eine Umgebung von schl
Wärmeleitern gegen äufsere Einflüsse möglichst gesicher
ren. Die Absicht hierbei war nicht blofs, das Gese
Wärmezunahme mit der Tiefe bestimmt zu ermitteln, so
zugleich durch die Menge der gewählten Puncte und di
gleichheit der Oertlichkeiten den Einflufs äufserer Beding
bestimmter kennen zu lernen, um den Grad der Genau

1 Wiener Zeitschrift VIII. 258.
2 Poggendorff Ann. XXXI. 365.

besser zu würdigen, welchen man Messungen dieser Art beilegen darf. Eine ausführliche Angabe der Art, wie diese Versuche angestellt wurden, und der durch sie erhaltenen Resultate, wie GERHARD[1] sie mitgetheilt hat, würde hier am unrechten Orte seyn, um so mehr, als aus ihnen keineswegs ein bestimmtes Gesetz, dagegen aber die Gewifsheit hervorgeht, dafs auf diesem Wege ein solches wegen Unvermeidlichkeit der aus örtlichen Einflüssen entstehenden Fehler nicht zu erlangen ist, insbesondere weil die wechselnde Temperatur der umgebenden Luft auch in bedeutenden Tiefen auf die so vorgerichteten Thermometer noch immer einen bedeutenden Einflufs ausübt. Unter den 11 Beobachtungsreihen ist 60 Par. Fufs die geringste, 2323 Fufs aber die gröfste Tiefe, welche der Wärmevermehrung um 1° R. zugehört; der Unterschied zwischen diesen beiden Resultaten ist aber so grofs, dafs es sich in der That nicht der Mühe lohnt, das arithmetische Mittel aus allen aufzusuchen. Inzwischen haben diese Beobachtungen zu einigen interessanten und für das Problem selbst wichtigen Bemerkungen Veranlassung gegeben. Zuerst zeigten die nahe unter der Oberfläche der Erde befindlichen Thermometer n einigen Fällen eine etwas höhere Temperatur, als die mittre des Ortes, im Ganzen aber ergab sich, dafs zwischen dem 0 und 51,5. Grade N. B. und 763 Fufs über dem Niveau es Meeres in 32 F. Tiefe unter der Erdoberfläche die mittre Temperatur 6°,545 R. oder 8°,181 C. betrage; auch stimmn die Messungen mit der Annahme überein, dafs die Temratur für 600 Fufs Höhe um 1° R. abnehme. Unter andern urde die mittlere Temperatur zu Siegen, etwa zwei Meilen m Stahlberge, im Jahre 1829 aus 2190 Beobachtungen = ,35 R. gefunden, sie müfste also auf dem Stahlberge in 95 Fufs Höhe = 5°,434 seyn, wurde aber in 32 Fufs Tiefe 5°,84 gefunden, welches nur einen Unterschied von 0°,406 giebt. Nimmt man die oben angegebene mittlere Temperur von 6°,545 R. als richtig an und corrigirt diese für die She, so betrüge sie auf dem Stahlberge 5°,658 und gäbe r einen Unterschied von 0°,224 R. Hierbei ist jedoch nicht Anschlag gebracht, dafs die mittlere Temperatur des Jahres 29 in ganz Deutschland geringer war, als in andern Jahren,

1 Poggendorff Ann. XXII. 497.

indem namentlich hier in Heidelberg die mittlere Temper
dieses Jahres aus Beobachtungen um 9 Uhr Morgens
Abends = 6°,421 R. von dem Mittel aus 18 Jahren = 8°
um 1°,587 R. abweicht.

11) Das gröſste Verdienst um die Aufhellung des wi
tigen Problems hat sich das kön. sächs. Oberbergamt dad
erworben, daſs es den in Versuchen dieser Art vorzugsw
geübten F. Reich beauftragte, eine Reihe Beobachtunge
den Schachten der Freiberger Gruben anzustellen, und die
forderlichen Mittel hierzu freigebig verwilligte. Die au
dehnten Untersuchungen wurden in den Jahren 1830 bis 1
angestellt und sind nebst den erhaltenen Resultaten zur Fr
und Belehrung aller Freunde dieses interessanten Zweiges
Naturforschung ausführlich beschrieben worden[1]. Die gebr
ten Thermometer wurden vorher genau geprüft, ihre S
durch Rechnung berichtigt, nach dem Gebrauche wieder e
gesehn und dürfen hiernach bis auf eine Fehlergrenze
nicht mehr als 0°,05 C. für richtig gelten; sie steckten bi
die Scale in messingnen, unten mit einem Korke verschlo
nen Röhren und diese wurden, nebst den Bohrlöchern,
dem Einsenken mit losem Sande bis obenhin angefüllt.
war darauf bedacht, zu oberst ein Thermometer in die
oberfläche, aber in festes Gestein, einzusenken, das tiefst
viel als thunlich vertical unter demselben und dazwischen
ein oder zwei andere, sämmtlich in trockne Bohrlöcher,

1 Beobachtungen über die Temperatur des Gesteins in vers
denen Tiefen in d. Gruben d. Sächs. Erzgebirges u. s. w. von
Reich. Freib. 1834. In diesem Werke findet sich S. 138 eine
vollständige Uebersicht der bisherigen Messungen dieser Art,
ich folgende Angaben entnehme. Kircher Mund. subterr. 1664. T
p. 184 erfuhr von den Bergleuten in Freiberg, daſs in der
trockner Gruben eine gröſsere Wärme herrsche. Boerhave in Ch
Lugd. Bat. 1732. 4. T. I. p. 479 sagt, man wisse aus Beobach
gen, daſs die Wärme mit der Tiefe zunehme, und auch Bo
Tract. de temperie subterran. regionum erwähnt unbestimmte B
achtungen über die mit der Tiefe zunehmende Temperatur.
Angaben sind die ältesten bisher aufgefundenen; zu den späte
hören die Beobachtungen von Freiesleben zu Clausthal, in v.
Mon. Corr. IX. S. 354, von Müller zu Palmbaum bei Marie
ebend., und von Lampadius zu Freiberg, in: Grundriſs der Atmo
rologie. S. 17.

ach allen Seiten wenigstens 40 Zoll von der Gesteinoberfläche abnden. Die Wahl eines schicklichen Ortes für das obere Thermometer war schwierig, die Anbringung des untersten senkrecht unter demselben im strengsten Sinne genommen unmöglich, jedoch kam man der Erreichung dieser Aufgabe möglichst nahe. Die oberen Thermometer wurden in der Regel wöchentlich einmal, die tiefen zweimal abgelesen, was bei der langsamen Änderung der Temperatur solcher Orte zur Erhaltung des richtigen Mittelwerthes sicher genügt. Aus einer vorläufigen Berechnung fand sich, dafs im Mittel 100 Meter Tiefe eine Vermehrung der Temperatur von 2°,245 C. gaben, einer Erhebung von 100 Meter über die Oberfläche der Erde aber 0°,532 C. Wärmeabnahme zugehöre, vermittelst welcher Gröfsen die etliche Meter unter der Erdoberfläche beobachteten Temperaturen auf die der Oberfläche selbst reducirt wurden. An den tieferen Thermometern zeigte sich ein unverkennbarer Einflufs des Wetterzuges, inzwischen hatte man für die möglichst vollständige Absperrung des letzteren gesorgt, ohne dafs es jedoch thunlich war, dieses Hindernifs gänzlich zu beseitigen, wie sich aus den einzelnen Beobachtungsreihen ergab, in denen ein gröfserer oder geringerer Wechsel der Temperatur in Folge dieser äufseren Einflüsse zum Vorschein kam. Zur Würdigung der erhaltenen Resultate verdient noch bemerkt zu werden, dafs bei einigen der tieferen Thermometer der bald nach dem Einsenken beobachtete Stand völlig unverändert blieb, z. B. bei dem im Georg Stollen in 140,7 Meter Tiefe befindlichen, bei einer Meereshöhe des Ortes von [illegible] Meter, welches blofs im October 1830 einen etwas höheren Stand von 9°,37 C. zeigte, nachher in den folgenden Monaten sich aber constant auf 9°,32 erhielt. Sehr zweckmäfsig waren an verschiedenen Puncten neben den in die Felsen eingesenkten Thermometern noch ein äufseres, dem Einflusse der Luft ausgesetztes aufgehangen, um aus der Vergleichung beider die Gröfse der äufseren Einflüsse auf das Hauptthermometer annähernd zu bestimmen.

Um aus den zahlreichen Beobachtungen die gesuchten Resultate zu erhalten, war zuerst erforderlich, die mit der Höhe über dem Meeresspiegel abnehmende Temperatur vermittelst der nahe unter der Oberfläche eingesenkten Thermometer auszumitteln. Heifst demnach h die Höhe in Metern und d die

Temperaturdifferenz der einzelnen Stationen, so giebt

die aus den Beobachtungen hervorgehende, für 100 Meter
hörige Verminderung der Temperatur. Reich combinirte
den neun Beobachtungspuncten je zwei, und da die hi
erhaltenen 36 Combinationen einen desto gröfseren Werth
ben, je gröfser der Höhenunterschied ist, so gab die For

$$\frac{\Sigma . h^2 \frac{100\,d}{h}}{\Sigma . h^2} = \frac{\Sigma . 100\,d\,h}{\Sigma . h^2}$$

den wahrscheinlich genauesten Werth von 0°,517 C. für
Meter Höhenzunahme oder 193,4 Meter Höhe für 1° C. T
peraturverminderung. Heifst dann die mittlere Temperatu
Erdkruste unter jener Breite a, die zu einem Meter Höh
hörige Abnahme m, so ist die der gegebenen Höhe zug
rige Temperatur $t = a - m h$ und also nach dem gefun
Werthe von $m = 0{,}00517$ ist $a = t + 0{,}00517\,h$. Die 9
sultate der Beobachtungen, unter denen 9°,36 das Mini
und 10°,59 das Maximum ist, geben im Mittel die Tem
tur des Bodens = 10°,22 C. Es möge des Zusammenh
wegen hier auch erwähnt werden, dafs Reich diese g
dene Gröfse zugleich mit der Lufttemperatur der gege
Orte verglichen hat. An drei Orten wurde aufser den
sungen der Temperatur der Erdoberfläche auch die der
gemessen, woraus unzweideutig hervorging, dafs die e
höher ist als die letztere. Zur Bestimmung der Lufttem
tur dienten Beobachtungen zu Dresden, Freiberg, Alte
Markus-Röhling Grube und Johanngeorgenstadt, aus
Vergleichung mittelst Anwendung der angegebenen F
hervorgeht, dafs für 100 Meter Höhendifferenz eine Ve
derung der Temperatur von 0°,574 C. oder für eine W
abnahme von 1° C. eine Höhenzunahme von 174,2 Mete
hören.

Soll die mit der Tiefe wachsende Temperatur au
Messungen gefunden werden, und ist für dieselbe Grub
Höhe über der Meeresfläche der oberen Station H_1, de
teren H_2, die an diesen gemessene Temperatur in Cente
graden T_1 und T_2 und x die 100 Metern Tiefe zugeh
Temperaturzunahme, so ist

$$x = \frac{100(T_2 - T_1)}{H_1 - H_2}.$$

Inzwischen sind die aus den einzelnen Beobachtungsreihen erhaltenen mittleren Resultate nicht alle von gleichem Werthe, vielmehr wächst ihr Gewicht mit ihrer längeren Dauer und der Abwesenheit störender Einflüsse. Unmöglich kann jedoch das Gewicht eines erhaltenen Resultates der Dauer der Beobachtungszeit direct proportional gesetzt werden, aber es läſst sich kein triftiges Argument gegen die von Reich selbst nur als solche betrachtete willkürliche Bestimmung vorbringen, wenn er das Gewicht der vierten Wurzel der Zeitdauer proportional setzt. Die störenden Einflüsse lassen sich nicht füglich bestimmt weder auffinden noch corrigiren, und es giebt daher die Differenz zwischen dem höchsten und niedrigsten Stande des in der Tiefe beobachteten Thermometers den einzigen Anhaltpunct, um auf solche störende Einwirkungen mit Wahrscheinlichkeit zu schlieſsen. Da jedoch dieser Differenz ein zu groſser Werth beigelegt werden würde, wenn man sie ganz in Rechnung nehmen wollte, so setzt Reich ihren Einfluſs der Quadratwurzel aus ihrer Gröſse umgekehrt proportional. Sind dann zwei tiefer gelegene Puncte zu vergleichen, so werden die Quadratwurzeln aus ihren Unterschieden summirt, für die oberen Puncte, bei denen die Unterschiede nicht für bedeutend gelten können, wird statt dessen der Unterschied der beobachteten und der berechneten Temperatur gewählt, und wenn die Temperatur der Oberfläche nicht beobachtet, sondern nur berechnet ist, so wird der für diese Bestimmung gefundene wahrscheinliche Fehler $= 0°,112$ C. substituirt. Heiſst dann der Werth eines Resultates P, die Zeitdauer der Beobachtungen in Monaten τ, die Höhe in Metern H_1 und H_2, die Differenz zwischen dem beobachteten Maximum und Minimum in Centesimalgraden für den oberen Punct D_1, für den unteren D_2, so ist

$$P = \frac{(H_1 - H_2)\sqrt[4]{\tau}}{\sqrt{D_1} + \sqrt{D_2}}.$$

Die sämmtlichen Resultate, hiernach berechnet, geben

$$\frac{\Sigma . P^2 x}{\Sigma . P^2} = 2°,390\text{ C.},$$

als Wärmezunahme für 100 Meter Tiefe, oder 41,84 Meter

= 128,89 Par. Fuſs Tiefe für 1° Cent. Wärmezunahme. I
ses Resultat kann in Folge störender Einflüsse zu groſs
zu gering seyn, worüber zwar nicht mit Sicherheit zu
scheiden ist, die Prüfung der obwaltenden Bedingungen
jedoch zu der Vermuthung, daſs es eher zu gering als
groſs seyn dürfte, da die eine Erkaltung der tieferen Fe
herbeiführenden Ursachen in überwiegender Zahl und von
hältniſsmäſsig gröſserem Einflusse vorhanden sind.

12) Diese Untersuchungen sind hier theils wegen ihrer Wi
tigkeit, theils darum, weil die dabei befolgte Methode auch für
liche Fälle als Regel dienen kann, ausführlich mitgetheilt wor
Auſser dieser benutzte Reich noch eine andere zur Beantw
tung der vorliegenden Frage dienende Gelegenheit, die
Aufhellung des schwierigen Problems von groſsem Werthe
In einer Grube unweit Freiberg war vor etwas mehr als
Jahren Wasser erschroten, dieses aber durch Verspündung a
sperrt worden, so daſs es einen Druck von 18 Atmosphären
übte, und da dennoch nur wenig Wasser durchdrang, so mu
das eingeschlossene nothwendig die Temperatur des unt
Gesteins angenommen haben. Auſserdem war die Wärme
selben bald nach der Absperrung gemessen worden, und es
gab sich dann nach einer Vergleichung des hierbei und bei
späteren Messungen gebrauchten Thermometers, daſs sich
Temperatur desselben im Verlauf von zwei Jahren nicht m
lich geändert hatte. Die Tiefe des Wasserbehälters unter
Erdoberfläche betrug 279,7 Meter, die Höhe der letzt
über dem Meere 416 Meter, wofür eine mittlere Temper
von 8°,07 C. berechnet wurde. Die Temperatur des Wa
war 16°,44 C., mithin der Unterschied 8°,37 C., welches
100 Meter 2°,99 C. Wärmezunahme oder für 1° C. 33,4
ter = 102,3 Fuſs giebt, letztere Gröſse beträchtlich kleiner
die oben gefundene.

13) Höchst interessante und wichtige Resultate haben
Messungen gegeben, welche Phillips[1] in einem neu an
legten Schachte zu Newcastle unter 54° 55′ N. B. angestellt
In der Tiefe desselben konnte durch Arbeiter und Grubenlic
noch keine höhere Wärme erzeugt worden seyn, vielm

1 London and Edinb. Phil. Magaz. N. XXX. p. 446. Pogg
dorff XXXIV. 191.

war der Zug der Wetter so stark, dafs selbst das in Menge aus den Kohlen aufsteigende Kohlenwasserstoffgas unschädlich wurde, von chemischen Zersetzungen zeigte sich keine Spur, und wenn die störenden Bedingungen einen Einflufs äufserten, so konnte dieser nur in einer Verminderung der Temperatur bestehn. Alle im Einzelnen angegebene Umstände führen jedoch zu dem Resultate, dafs die gemessene Temperatur bis auf einen unmerklichen Fehler genau diejenige der untersuchten Schichten war. Die ganze Tiefe des Schachtes beträgt 1584 engl. Fufs, die Oeffnung desselben liegt 87 Fufs über dem mittleren Spiegel des Meeres, mithin befindet sich die Kohlenschicht 1497 Fufs unter dem Niveau des Meeres. Phillips nimmt an, dafs die Temperatur in der oberen Schicht von 100 Fufs sich nicht ändere, und da die mittlere Temperatur jenes Ortes 47°,6 F. beträgt, am tiefsten Puncte aber 72°,6 gemessen wurden, so giebt dieses für 1484 Fufs 25° F. oder 59,35 Fufs Tiefe für 1° F. Wärmezunahme, welches sehr nahe 100 Par. Fufs für 1° C. beträgt. Da man aber gewöhnlich von der Oberfläche an zu messen pflegt, abgerechnet, dafs eigentlich die Temperatur des Bodens und nicht die mittlere Temperatur der Luft in Rechnung genommen werden müfste, so geben 1584 engl. Fufs Tiefe für 25° F. Temperaturunterschied 63,4 engl. Fufs Tiefe für 1° F. oder sehr nahe 107 Par. F. Tiefe für 1° C. Wärmezunahme.

14) Kupffer[1] untersuchte bei seiner Reise nach dem Ural in Gemeinschaft mit A. Erman die Temperatur in den Turjinskischen Kupfergruben unweit Bogoslowsk und fand in 112 Meter Tiefe 5° R. In den Frolow'schen Gruben, nicht weit von jenen entfernt, hatten die Grubenwasser, welche den gröfsten Theil erfüllten, zum Beweise, dafs dort lange nicht gearbeitet worden war, in 65 Meter 3°,2 R. Wärme, eine Quelle aber, welche in 56 Meter Tiefe hervorbrach, zeigte 2°,7 R. Wenn man, anstatt das Mittel aus beiden zu nehmen, die Summe der Tiefenunterschiede durch die Summe der Temperaturdifferenzen dividirt, so erhält man für 1° R. eine Zunahme der Tiefe von 24,4 Meter, also für 1° C. 19,52 Meter oder sehr nahe 60 Fufs.

---

1 Poggendorff Ann. XV. 170.

15) Zu den neuesten Resultaten gehört[1], dafs in ei
Bohrloche, welches zu Paris für einen artesischen Bru
niedergesenkt wurde, mittelst eines Maximum-Thermom
am 20. Dec. 1835 in 248 Meter Tiefe 20°,0 C. und am
Mai 1836 in 298 Meter Tiefe 22°,2 C. gemessen wur
Der Unterschied beider giebt für 1° C. Wärmezunahme
Vermehrung der Tiefe von 23 Meter, die letzte Beobach
allein aber, wenn 10°,6 als mittlere Temperatur der Erdo
fläche zu Paris angenommen werden[2], giebt eine Tiefe
26 Meter. Die Wärme scheint daher mit der Tiefe zu w
sen, oder man müfste mit Arago annehmen, dafs die M
des Bohrgestänges auf die Wärme des Bohrloches einen E
flufs ausübe und dafs durch das stete Auf- und Nieder
gen desselben der Bohrschlamm durch einander gemengt we
sonstige Fehler der Messung nicht gerechnet. Man mufs
doch berücksichtigen, dafs die oberen Erdschichten durch
eindringenden atmosphärischen Wasser bereits stärker ab
kühlt seyn konnten und daher nicht sofort eine Vermehr
der Temperatur zeigten. In einem andern Bohrloche zu P
mafs Walferdin[3] in 400 Meter Tiefe vermittelst eines
eingerichteten registrirenden Thermometers in wiederho
Versuchen im Mittel 23°,75 C., welches mit der mittleren
dentemperatur zu Paris verglichen 23°,75 — 10°,6 = 13°,1
für 400 Meter oder mit der constanten unter der Sternw
23°,75 — 11°,7 = 12°,05 für 372 Meter, also im ersten F
30,42, im zweiten 30,87 Meter Tiefe für 1° C. giebt.
St. Ouen[4] unweit Paris zeigt eine aus 66 Meter Tiefe
springende Quelle 12°,9 C., welches mit der Temperatu
den Kellern der Sternwarte 28 Meter tief verglichen
66 — 28 = 38 Meter Tiefe 12°,9 — 11°,834 = 1°,066 C. g
oder 35,64 Meter = 109,8 Fufs für 1° C. Eine Reihe
Messungen in 15 Bohrlöchern unweit Lille, unter 50° 39' N
angestellt, kennen wir nur durch Poisson[5], welchem Ar

1 Poggendorff Ann. XXXVIII. 415.

2 Es werden auch 10°,81 angenommen. S. die unten mitget
Tabelle.

3 L'Institut 1837. N. 216. p. 206. Die Wärme unter der St
warte wird hierbei nur = 11°,7 angenommen.

4 Annuaire du Bureau des Long. 1835. p. 235.

5 Théorie mathem. de la Chaleur. Par. 1835. 4. p. 420.

die Resultate ohne weitere Auskunft, wie sie gefunden wurden, mittheilte. Aus der Summe der sämmtlichen Werthe findet POISSON mit Anwendung der Methode der kleinsten Quadrate 25,459 Meter oder 78,3 Par. Fuſs für 1° C.

16) Es scheint mir unnöthig, die nicht geringe Zahl der mitgetheilten Resultate noch zu vermehren, wie durch weiteres Aufsuchen wohl geschehn könnte, obgleich von den bis jetzt bekannt gewordenen wichtigern wohl keins übergangen seyn wird; dagegen liegt die wichtige Aufgabe vor, das Gesetz der mit der Tiefe wachsenden Temperatur aus den gegebenen Messungen mit der erforderlichen Genauigkeit aufzufinden, um hieraus wenigstens annähernd zu folgern, in welcher Tiefe unter der Erdoberfläche oder in welchem Abstande vom Mittelpuncte der Erde noch gegenwärtig Glühhitze herrscht. Verschiedene Gelehrte haben diese Frage bereits beantwortet, namentlich CORDIER, HENWOOD und Andere, wie bereits oben erwähnt worden ist, indem sie einige der vorzüglichern Bestimmungen vereinten und daraus einen mittleren Werth als annähernd genau aufsuchten. Man bediente sich hierbei der Formel

$$T = t + \beta x,$$

worin T die Temperatur in der Tiefe, t die mittlere des Bodens an dem jedesmaligen Orte, x die gegebene Tiefe in irgend einem Längenmaſs und β den Coefficienten für die gebrauchte Thermometerscale bezeichnet, welcher angiebt, um den wievielsten Theil eines Grades die Temperatur für die Einheit des gebrauchten Maſses, also 1 Fuſs oder 1 Meter u. s. w., mit der Tiefe wächst, wobei POISSON als Bedingung annimmt, daſs die Gröſse x mehr als 20 Meter betrage. Aus dem Werthe von β läſst sich demnächst die Tiefe finden, in welcher die Wärme um 1° der gebrauchten Thermometerscale wächst, wie sich denn von selbst ergiebt, daſs man aus bekannten Werthen von t, β und x die der Tiefe zugehörige Temperatur finden könne, umgekehrt aber kann auch durch bekannte Werthe von T, β und x die Bodentemperatur t gefunden werden, welches Mittel jedoch unsicherer ist, als andere, deren man sich für diesen Zweck zu bedienen pflegt. KUPFFER[1] macht

1 Poggendorff Ann. XXXII. 285.

folgende Zusammenstellung. Es geben für 1° R. eine Zu-
me der Tiefe:

seine eigenen Beobachtungen am Ural . . .	24,8	M
die Beobachtungen in den Gruben von Cornwallis, Sachsen und Frankreich	26,9	
die artesischen Brunnen Wiens	25,4	
die artesischen Brunnen bei Rochelle . . .	24,6	
die artesischen Brunnen von Epinay . . .	22,9	
die Beobachtungen von Fox, Moyle und Barham in den Gruben bei Falmouth . .	30,2	
andere Beobachtungen von Fox	28,0	

Werden die ersten drei Werthe, deren Gewichte bekannt
jeder mit seinem Gewichte multiplicirt und dividirt ma
Summe dieser Producte durch die Summe der Gewichte
erhält man 25,37 Meter für 1° R.

17) Vorzüglich hat G. Bischof die Temperatur-Ve
nisse der Erde zum Gegenstande mehrjähriger Untersuch
gemacht und demnach auch die Resultate der bisherigen
suche über die Zunahme der Wärme im Innern der Erde
sammengestellt[1]. Vor allen Dingen macht er bemerklich,
die Configuration der Erdoberfläche bei diesen Messungen
rücksichtigt werden müsse, wovon sogleich ausführlicher
handelt werden soll. Hiernach muſs auf Bergen die Te
ratur mit der Tiefe langsamer, in Ebenen und eingeschlos
Thälern aber schneller zunehmen. Es dürfen daher die
sultate, welche Reich in dem eingeschlossenen Wasse
Erzgebirge und welche Phillips neuerdings zu New
erhielt, wovon jenes 128,5 und dieses 125,4 Fuſs Tiefe
1° R. giebt, als normale Bestimmungen für Berge, da
aber diejenigen, welche im artesischen Brunnen unweit
im eingeschlossenen Wasser zu Cornwallis, in unterirdis
Quellen ebendaselbst und im Bohrloche zu Rüdersdorf e
ten wurden, nämlich 114,8; 111; 115 und 114 Fuſs für 1
als normale Bestimmungen für Ebenen oder eingeschlos
Thäler gelten[2]. Eine zweite Bedingung, welche bei d

1 Poggendorff Ann. XXXV. 209.

2 Es läſst sich hiergegen einwenden, daſs Newcastle in
Ebene und die Mündung des Schachtes nur 87 engl. Fuſs über
Meeresspiegel liegt.

gabe sehr beachtet zu werden verdient, ist die Tiefe der
Kruste, von der Oberfläche an gerechnet, bis zu welcher
Wirkungen der äufseren Temperaturveränderungen eindrin-
, indem diese unter den verschiedenen Breitengraden sehr
ist. Auch hierüber mufs weiter unten ausführlicher ge-
werden.

Auch Poisson[1] hat in seiner mathematischen Theo-
Wärme die Temperaturerhöhung in der Tiefe zum
de der Untersuchung gemacht. Da die Thatsache
anerkannt ist, so müssen die Beobachtungen nach der
der kleinsten Quadrate vereint die Werthe t und β
oben mitgetheilten Formel geben, und wenn diese ein-
bestimmt sind, so können durch wiederholte Messungen
selben Orte die jährlichen und auch die seculären
kungen dieser Temperatur ermittelt werden, eine in-
Aufgabe, deren Lösung der beharrliche Eifer der
künftig vielleicht gewähren wird. Die Gröfse t, die
ntemperatur zu nennen pflegt, übertrifft die von den
ungen hauptsächlich abhängende der Orte um eine
. Zur Bestimmung der beiden Gröfsen benutzt Pois-
bereits beschriebenen Versuche von Marcet und de
unweit Genf und erhält daraus t = 10°,14 und
0,0307, welches dann eine Tiefe von 32,55 Meter
Fufs) für 1° C. giebt. Bei der Betrachtung des durch
gemachten Vorschlages, die Gröfsen t und β aus der
ratur des Wassers artesischer Brunnen zu bestimmen,
Poisson eine in Beziehung auf den Ursprung der *Quel-*
rhaupt wichtige Hypothese. Man nimmt allgemein an,
Wasser der artesischen Brunnen, an höher liegenden
von der Erde aufgenommen und in wasserdichten La-
Steinen oder Erde fortgeführt, nach Durchbohrung
Schichten in Folge hydrostatischer Gesetze ausfliefse[2].
findet diese Hypothese in vielen Fällen unwahrschein-
nimmt statt dessen an, es gebe unterirdische Was-
lter, deren Decke nicht absolut unbiegsam sey, sich
hr zusammenziehn und durch den somit erzeugten Druck

---

[1] Théorie mathématique de la Chaleur. Par. 1835. 4. p. 415. Im
in Bibl. univ. 1835. T. LX. p. 279. 415.

[2] Vergl. *Quellen*, *artesische*. Bd. VII. S. 1054.

das Wasser aufsteigen mache. POGGENDORFF[1] zeigt jedoch
Recht, dafs diese auch von andern Gelehrten, namen
neuerdings von MARCEL DE SERRES[2], geäufserte Hypot
mit der langen Dauer des Fliefsens solcher Brunnen und
im Wasser derselben gefundenen Thieren, Muscheln und
schen vegetabilischen Körpern durchaus unverträglich sey.
kann als unübersteigliches Hindernifs noch ferner anfü
dafs so viele artesische Brunnen nicht überfliefsen, wohl
sich stets bis zu einer gewissen Höhe erhalten, wie viel
ser auch durch Auspumpen weggenommen werden mag.
jeden Fall mufs aber das hinlänglich lange Zeit in den
ren Räumen mit den dortigen Schichten in Berührung ge
dene Wasser die Temperatur der Umgebung angenommen
ben und diese auch beim Aufsteigen nicht merklich än
POISSON benutzt dann zur Bestimmung des Werthes v
die Temperatur eines artesischen Brunnens zu Saint-Ou
Paris, welcher aus einer Tiefe von 66 Meter springend 1
zeigt. Diese Wärme, mit der in den Kellern unter der S
warte $= 11^{\circ},834$ verglichen, giebt für 38 Meter einen Unters
$= 1^{\circ},066$, also $\beta = 0^{\circ},0281$ und für 1° C. 35,65 Meter (
Fufs). Die erwähnten 15 Brunnen bei Lille geben fü
gröfseren Tiefen höhere Temperaturen. Alle vereint und
der Methode der kleinsten Quadrate berechnet geben $t = 10$
und $\beta = 0^{\circ},0393$, wonach für 1° Temperaturzunahme 2
Meter (78,37 Fufs) Tiefe gehört. Die drei Werthe 0
für Lille, $0^{\circ},0307$ für Genf und $0^{\circ},0281$ für Paris we
bedeutend von einander ab, welches weder vom Untersc
der geographischen Breite, noch von der Erhebung übe
Meeresfläche herrühren kann, sondern in der Ungleichhe
Terrains begründet seyn soll. Von dem Resultate der
sten Bohrung in Paris, die dem Plane nach bis zu eine
deutenden Tiefe fortgesetzt werden soll, hat ARAGO[3]
kurze Notiz mitgetheilt. Man ist jetzt bis zu 1230 Fuf
kommen und hat in dieser Tiefe mit 4 Register-Therm
tern gemessen, die alle ein nur unmerklich von einande
weichendes Resultat gaben. Die Temperatur in dieser Tief

1 Annalen der Physik und Chemie. Th. XXXVIII. S. 602.
2 L'Institut. 1836. N. 91. p. 43.
3 Edinburgh New Philos. Journ. N. XLVII. p. 224.

23°,5 C., und wenn hiervon die mittlere Temperatur in = 10°,6 abgezogen wird, so bleiben 12°,9, wonach für 95,4 Par. Fufs gehören.

9) Bevor es räthlich ist, zu versuchen, aus den sämmt- mitgetheilten Messungen das Gesetz der mit der Tiefe den Erdtemperatur zu entnehmen, oder nur zu ver-, ob und wie weit sich ein solches daraus auffinden ist nothwendig erst die über die Erdwärme im Allge- zulässige Hypothese näher erörtert werden. Eine solche aufgestellt worden[1], man könnte sie die *Büffon'sche*, und sie hat neuerdings in Laplace und Fourier so Vertreter gefunden, dafs bei weitem die Mehrzahl ysiker und Geologen zu ihr übergegangen ist. Hier- die Erde ursprünglich in einem feurig flüssigen Zu-, ist blofs auf der Oberfläche durch Oxydation der me- Bestandtheile umgewandelt worden und erkaltet, die durch diese dicke Kruste geschützten Theile haben aber Hitze beibehalten. Gegen diese, vorzüglich durch weiter ausgeführte, mit den magnetischen Verhält- Erde neuerdings in den innigsten Zusammenhang ge- Hypothese hat sich jüngstens Poisson[2] erklärt, und gleich die von ihm gemachten Einwendungen ohne g des Calcüls, wodurch er sie zu begründen sucht, ständig würdigen, was jedoch hier zu viel Raum er- würde, so darf doch die neue, von ihm aufgestellte nicht ganz übergangen werden. Es scheint mir, als überhaupt noch zu früh, wenn nicht wegen der Unmög- eines zu hoffenden Resultates ganz unnütz, auf das de Problem auf solche Weise den Calcül anzuwen- dieses durch Fourier und Poisson geschehn ist, beide das Verhältnifs der statt gefundenen Abkühlung der hierzu gegebenen Zeit nach den Gesetzen der leitung auf die Erde anwenden, ohne dafs vorher aus- worden ist, ob die grofse Masse des auf der Erdoberflä- dlichen Wassers ursprünglich vorhanden war und was

1 S. Art. *Erde*. Bd. III. S. 983. Vergl. *Geologie*. Bd. IV. S. 1245.

2 Théorie mathématique de la Chaleur. p. 421. Vergl. den nach- Art. und darin Poisson's Theorie.

für Veränderungen im entgegengesetzten Falle dessen H
kommen hervorrufen mufste; ja es ist selbst noch nicht
mal hinlänglich erwiesen, ob die Erde eine stete,
auch in Jahrhunderten kaum merkliche Verminderung
ursprünglichen gröfseren Wärme dadurch erleidet, dafs sie
Weltraume oder andern Himmelskörpern abgiebt, od
die Menge ihres eigenthümlichen Wärmestoffes, mind
in der jetzigen Periode des Gleichgewichts, unveränderlich
selbe bleibt. Da es unmöglich ist, die Entscheidung
Probleme aus der Erfahrung zu entnehmen, so mufs
lange anstehn, bis die Theorie der Wärme vollständig begr
worden seyn wird, um hieraus die Beantwortung dieser Frag
entnehmen[1]. Wollte man mit Fourier[2] annehmen, die
fläche der Erde habe sich allmälig abgekühlt, so müfste
Poisson durch Jahrhunderte von einander entfernte Mess
ausgemittelt worden seyn, welcher Temperaturunterschi
Bodentemperatur und der mittleren Lufttemperatur an eine
gebenen Orte früher statt gefunden habe, um hiera
Gröfse der Abkühlung in einer gegebenen Zeit, oder di
welche seit dem Zustande der Glühhitze bis zur Herb
rung der gegenwärtig bestehenden Verhältnisse verfloss
durch Rechnung zu bestimmen, und dennoch sey auch
noch nicht ausgemittelt, ob das hiernach aufgefundene
auch auf andere Orte Anwendung leide, weil das Wä
tungsvermögen der verschiedenen Fossilien hierfür noc
neswegs gehörig bestimmt ist. Nähme die Wärme für
ter Tiefe um 1° C. zu, so würde 0,01 vom Erdhalb
tief die Wärme schon 2000° C. übersteigen, obgleic
nicht wissen kann, ob die Wärme im einfachen arithme
Verhältnisse oder in einem zusammengesetzten wächst,
ches ebensowohl gröfser als auch kleiner seyn könnte.
aber nur eine solche Zunahme der Temperatur statt, w
bisherigen Messungen sie angeben, so würde die Hi
Centrum 200000° C. übersteigen, was einen gasförmig
stand der daselbst befindlichen Substanzen voraussetzt
unwahrscheinlich macht, dafs die Erdkruste so starke
sion ausüben könnte, um jene inneren Substanzen

1 Vergl. unten Veränderungen der Temperatur.
2 Ann. Chim. et Phys. T. XIII. p. 425.

fschen Dichtigkeit des Wassers zusammenzudrücken. Die
idische Gestalt und Abplattung der Planeten läfst jedoch
einen ursprünglichen flüssigen Zustand schliefsen, aus wel-
n, vielleicht auch einem gasförmigen, die Erde nicht an-
als durch Abgeben eines Theils ihrer Wärme an ihre
Umgebung in den festen übergehn konnte. POISSON
aber der herrschenden Ansicht entgegen nicht wahr-
ch, dafs das Festwerden von aufsen angefangen habe
nach innen fortgeschritten sey, vielmehr mufsten sich die
ten Theile herabsenken, erhitztere dagegen erheben, wo-
eine gleichmäfsige Wärme der ganzen Masse erzeugt
Weiter aber mufsten die innersten Theile durch den
Druck zuerst fest werden. Denkt man sich eine
ule von der Höhe des Erdhalbmessers und das Ge-
derselben der Hälfte desjenigen gleich, welches sie auf
Oberfläche hätte, so würde der ausgeübte Druck dersel-
als 30 Millionen Atmosphären betragen, und wenn
sphären sein Volumen um $\frac{1}{10}$ vermindern, so würde
eine 30000mal so starke Compression erzeugt wer-
hieraus selbst bei einer hohen Temperatur ein Ue-
in den Zustand der Festigkeit folgen. Man darf da-
eint POISSON, folgerechter annehmen, dafs das Fest-
vom Centrum angefangen habe und von hier an nach
fortgeschritten sey. Die Erde könne also durch fort-
e Erkaltung bereits alle ihre überschüssige Wärme ver-
ben und die mit der Tiefe zunehmende aus einer an-
elle abzuleiten seyn.

scheint mir POISSON, welcher übrigens nicht unbe-
t, dafs man bei allen Hypothesen, die sich weder
ecte Erfahrung noch durch den Calcül begründen las-
chst vorsichtig seyn müsse, etwas zu leicht über die
der Wahrscheinlichkeit hinweggegangen zu seyn; denn
men, dafs die Festwerdung der Erde durch den enor-
Druck von innen angefangen habe, so konnte doch da-
möglich eine plötzliche Erstarrung und ein Uebergang
igen Temperatur der Oberfläche verbunden seyn. Es
dann allerdings die Unmöglichkeit einer bereits er-
änzlichen Erstarrung nicht vollständig beweisen, da die-
och auf jeden Fall von aufsen anfangen und allmälig bis
trum fortschreiten mufste, weil die vorhandene Wärme nur

nach aufsen abgegeben werden konnte, so wäre zur vö
Entfernung aller überschüssigen Wärme nach den beka
namentlich durch Newton und Fourier erwiesenen Ge
der Wärmeleitung eine so übermäfsig grofse Zahl von J
erforderlich, dafs man sich gleichsam Gewalt anthun m
um diese wahrscheinlich zu finden, während auf jede
der Rest der ursprünglichen Wärme nach dem Centru
gröfser bleiben mufste. Poisson nimmt statt dessen eine
die Wärme der Sterne, namentlich der sonnenähnliche
sterne, erzeugte Wärme des Raumes an, welcher du
unermefsliche Zahl dieser Weltkörper in der Art gan
schlossen ist, dafs jede von einem willkürlichen Pun
Erde gezogene gerade Linie verlängert auf einen de
treffen mufs. Da aber die Wärme dieser Sterne vers
ist, so mufs auch ein ungleicher Einflufs auf die E
finden, jenachdem sie bei der Bewegung des Sonne
im Raume dem einen oder dem anderen heifseren ode
ren Fixsternsysteme näher kommt, und sie nimmt hi
von aufsen nach innen an Temperatur zu oder ab, j
dem das Eine oder das Andere statt findet, ohne dafs
eine solche Erwärmung bis zum Centrum zu dringen v
Nach diesen Wechseln, die während einer Zeitdauer vo
lionen Jahren statt finden können, mufs also die Erde
an einem heifseren Orte des Weltraumes sich befunde
Wärme bis zu einer gewissen Tiefe angenommen habe
sie ist gegenwärtig im Zustande eines allmäligen, nac
hunderten erst merkbaren Verlustes der früher aufgeno
Wärme.

20) Es ist zwar unmöglich, diese Hypothese auf
Weise genügend zu widerlegen, weil dieses ganz aufs
Bereiche der Versuche liegt und selbst mehrere Tausen
Jahren umfassende Beobachtungen hierzu ungenügend sey
den; sie wird aber dennoch weder bei Physikern no
weniger bei Geologen Beifall finden, da die Lösung d
blems einer einmaligen Erstarrung des Erdkörpers sc
Schwierigkeiten genug darbietet und man sich nicht
fühlen kann, einen unbestimmbar vielfachen Wech
Schmelzung und Abkühlung anzunehmen. Wie ber
sagt, mag man sich von der Art der Erkaltung der Er
Vorstellung machen, wie man immer wolle, den ursp

flüssigen Zustand einmal zugegeben, so mufste diese
wendig von aufsen anfangend nach innen fortschreiten,
es ist dann ungleich einfacher, anzunehmen, dafs gegen-
noch ein Rest der früheren innern Wärme vorhanden
als dafs nach gänzlicher Erstarrung der durchaus will-
, durch keine Erfahrung begründete siderische Einflufs
Erhitzung bewirkt habe, deren Folgen in der Zu-
der Temperatur beim tieferen Eindringen in die äu-
Kruste noch gegenwärtig wahrgenommen werde. Wenn
letztere Ansicht gar keine Analogie beizubringen ist,
die erstere eine gewichtige Unterstützung in den
vulcanischen Ueberresten, die vor Jahrtausenden als
flüssige Massen aus dem Innern emporgetrieben wurden
allmälig an der Oberfläche, vielleicht mit dieser gleich-
erkalteten. Poisson's Haupteinwurf gegen diese An-
beruht auf der Unmöglichkeit, dafs der Druck der Erd-
im Zustande der Dampfform befindlichen innersten
des Erdballs zusammenzuhalten vermögen sollte, wenn
in dem durch Erfahrung aufgefundenen einfachen
bis zum Centrum zunähme, allein dieses ist gar
erwiesen, im Gegentheil sogar unwahrscheinlich, wo
unmöglich, indem vielmehr uranfänglich, falls ein sol-
Zustand statt gefunden hätte, die elastischen Dämpfe nach
eigener Ansicht nach der Oberfläche aufsteigen und
so weit erkalten mufsten, bis der zur Erzeugung der
sphärischen Gestalt nothwendige, nicht etwa bis zur leichten
keit oder gar zur Gasbildung reichende, wohl aber die
änderung gestattende feurig flüssige Zustand eingetreten
Die Hypothese eines in gröfseren Tiefen noch gegen-
statt findenden feurig flüssigen Zustandes findet in den
und neueren vulcanischen Phänomenen eine gewichtige
stützung; auch läfst sich eine zweite von Cordier auf-
Hypothese, wonach die bereits abgekühlte Kruste an
verschiedenen Orten der Erde eine ungleiche Dicke ha-
, durch bedeutende Argumente unterstützen, woran
dritte, bereits[1] ausgesprochene, sehr folgerecht rei-
, dafs die vielleicht verminderte, auf jeden Fall gleich-
Höhe des Meeresspiegels aus dem langsam und sehr

[1] S. Art. Meer. Bd. VI. S. 1609.

allmälig tiefer in die Erdkruste eindringendem Meerwasse
geleitet werden könne.

21) Bei diesen Schlüssen entfernt man sich auf jede
nicht weit von den auf Erfahrung gestützten Folgerungen
aber augenblicklich geschieht, wenn man die Ursachen
eigenthümliche Art und die Zeitdauer des Ueberganges a
früheren Zustande gröſserer Hitze in den gegenwärtigen
gleichbleibenden Temperatur näher zu bestimmen ve
weil uns die Gesetze des Verhaltens der Wärme bei K
die unter dem Einflusse der Erde und ihrer Atmosphäre
noch allzuwenig bekannt sind, geschweige daſs wi
bei der im freien Himmelsraume schwebenden Erde k
sollten. Die Bemühungen, über diese Probleme zu n
Einsicht zu gelangen oder gar die Entstehungsweise un
dung der Erdkruste auszumitteln, sind zwar sehr in
zur Unterhaltung des Geistes, welcher da am begierigs
Aufklärung sucht, wo die Dunkelheit am stärksten ist,
kann nicht in voraus bestimmt werden, ob vielleich
sinnreiche Combination uns der Wahrheit etwas näher
allein man darf dabei nicht vergessen, wie viel leichter
Dutzende von Hypothesen aufzustellen, als nur eine
Thatsache völlig genau zu ermitteln. Unter die schätz
Bemühungen der Gelehrten in dieser Beziehung gehören
nigen, wodurch man die Gesetze und die Zeit der Ab
des ursprünglich glühenden Erdballs zu bestimmen sucht
die dann im weiteren Verfolge noch auf die Beantwortu
ner andern Frage führen, nämlich ob noch gegenwärt
fortdauernde Abkühlung statt findet, wovon weiter u
Rede seyn wird. Mit Uebergehung minder wichtiger
che dieser Art verdienen vorzugsweise die Resultate
zu werden, welche Fourier[1] auf die Grundlage eines
lehrten Calcüls gebaut hat. Die Erdkruste, welche di
me abgiebt, ist von der inneren Seite durch eine in Gl
befindliche feste Masse begrenzt, von aufsen aber befi
sich in einem unmeſsbar groſsen Raume, dessen Te
—52° C. beträgt. Es muſs daher bestimmt werden, na
chem Gesetze eine massive Kugel, die auf irgend eine

1 Théorie analytique de la Chaleur. Paris 1824. 4. p
866. Vergl. Ann. Ch. et Phys. T. XIII. p. 448. T. XXVII. p

sehr hohe Temperatur angenommen hat, diese erhaltene
me in einem Raume von constanter niedriger Temperatur
ert. Als Resultat geht dann hervor, dafs die Wärme,
he während eines Jahrhunderts von innen her die Fläche
einem Quadratmeter durchdringt und sich im Raume ver-
tet, eine Eissäule von gleicher Basis und nahe drei Me-
Höhe schmelzen würde. Anfangs mufste die Oberfläche
ell erkalten, gegenwärtig aber, da die Oberfläche dieje-
Temperatur kaum um 0°,034 C. übertrifft, die sie unter
obwaltenden Bedingungen annehmen kann, schreitet die
ihme der Wärme so langsam vor, dafs mehr als 30000 Jahre
dert werden, bis jener Ueberschufs auf die Hälfte herab-
wird, weswegen die Erde seit der Zeit der Alexandrini-
Schule nur um 0°,03 C. kälter geworden seyn kann[1].

22) Nach Feststellung dieser allgemeinen Bestimmungen
untersucht werden, welche Resultate durch die bisheri-
beobachtungen und Versuche rücksichtlich der Temperatur
rdkerns gewonnen worden sind. Vor allen Dingen findet
ASDORFF[2] mit Recht auffallend, dafs bei den im Auslande
hlenen Messungen die Neigung des Bodens nirgends be-
ichtigt worden ist, welche nothwendig auf die Resultate ei-
esentlichen Einflufs haben mufs. Diese Bedingung ist oben
s angegeben worden[3], seitdem hat G. Bischof[4] die Aufgabe
mt aufgefafst und nach richtiger Ansicht der Sache gefol-
dafs, wenn AB die Oberfläche der Erde, γ den Gipfel Fig. 35.
Berges bezeichnen, und die mit der Tiefe zunehmende
eratur so angenommen wird, wie sie in der Zeichnung
rückt ist, die Temperatur von β nach β' und stets um so
öher über diesen Punct hinaufrücken müsse, je weniger
er Berg ist. Auf steilen Bergen mufs demnach die Wär-
it der Tiefe weniger zunehmen, als in Thälern und
n. Ein Umstand scheint mir hierbei hauptsächlich Be-
chtigung zu verdienen. Nach einer höchst wahrschein-
Hypothese sind alle Berge ursprünglich von innen her-

[1] Eine weitere Untersuchung über fortdauernde Erkaltung der
ndet sich unten im 4ten Abschn. Veränderungen der Tempe-

[2] Annalen d. Physik u. Chemie. XXXVIII. 600.
[3] S. Art. *Erde*. Bd. III. S. 982.
[4] Poggendorff Ann. XXXV. 210.

auf zu einer Zeit gehoben worden, als die Erde noch im feurig fl
sigen oder mindestens weichen Zustande war, diejenigen n
gerechnet, welche aus überfliefsenden oder ausgeworfenen v
canischen Massen aufgehäuft wurden. Die Abkühlung erfo
demnächst von aufsen, und wenn dann z. B. die L
$\beta'\gamma' = \beta'\gamma$ war, also der Böschungswinkel des Berges 45°
trug, so mufste der Punct β' von den Puncten γ und γ'
eine den beiderseitigen Temperaturen proportionale Abkühl
erleiden, also eine gröfsere, als wenn man bei der Mes
vom Puncte γ allein ausgeht, wobei jedoch die Vergröfser
dieser Abkühlung um so geringer seyn wird, je kleiner
Entfernung $\gamma\beta'$ gegen $\gamma'\beta'$ wird, bis sie für einen unend
grofsen Werth der letzteren verschwindet. Im Ganzen
nommen weichen die Resultate der Messungen, wenn man
der Bodentemperatur des Anfangspunctes in γ ausgeht und
mit der Tiefe wachsende Wärmezunahme aufsucht, nicht
deutend von einander ab, vorausgesetzt dafs die vielfac
genaue Bestimmungen höchst erschwerenden Einflüsse geh
gewürdigt werden. Aus diesem Umstande, verbunden mit
in nicht bedeutender Tiefe unter der Oberfläche anfange
Wärmezunahme, dürfte man allerdings auf ein nicht viele J
tausende umfassendes Alter der bestehenden Berge zu schlie
berechtigt seyn.

23) Ein zweiter, bei den Messungen dieser Art seh
berücksichtigender Umstand, welcher bei den in den pre
schen Bergwerken veranstalteten mit Grunde zur Erört
gebracht worden ist[1], liegt in dem Abstande zweier in ungle
Tiefe beobachteter Thermometer von einander und ihrem
schiedenen Abstande von der Oberfläche. Sind diese Th
meter in einer lothrechten Linie über einander angebr
dann kommt blofs ihr lothrechter Abstand und die Tief
oberen unter der Oberfläche in Betrachtung; befänden
aber die Thermometer z. B. in F und G oder in C und
so mufs berücksichtigt werden, dafs G wärmer als D un
kälter als F seyn mufs.

Fig. 36.

24) Fragen wir nun nach den Resultaten, welche d
die bisherigen Messungen der mit der Tiefe wachsenden T
peratur gewonnen worden sind, so lassen sie sich im Wesentli

1 Poggendorff Ann. XXII. 522.

uf folgende zurückbringen. Zuerst ist man ganz allgemein
früher einverstanden, daſs die Temperatur der Erde mit der
Tiefe zunehme und unter Voraussetzung einer fortwährenden
Zunahme mindestens den Schmelzpunct des Eisens erreiche;
auch wird nicht bezweifelt, wenn wir Poisson und die ge-
wiss sehr geringe Zahl seiner Anhänger ausnehmen, daſs diese
innere Wärme das Residuum derjenigen ursprünglichen sey,
welche nach der Bildung des Erdballs und vor der Entstehung
der jetzigen Kruste den Flüssigkeitszustand desselben be-
wirkte. Handelt es sich aber um die Auffindung des genauen
Gesetzes dieser Zunahme, so sind hierzu die bis jetzt bekannt
gewordenen, wenn gleich höchst schätzbaren, Messungen noch
keineswegs zureichend. Zuerst machen die ungleichen Tem-
peraturen der äuſseren Erdkruste an mehreren Orten unter glei-
chen Breiten, aber ungleichen Längen, namentlich der nördli-
chen Halbkugel, es im höchsten Grade wahrscheinlich, daſs
die erkaltete Erdkruste nicht überall von gleicher Dicke ist;
... daher auch nicht überall gleichmäſsig abgekühlt seyn
und demnach an den verschiedenen Orten ungleiche Ge-
setze der mit der Tiefe wachsenden Temperatur zeigen. Um
die in dieser Beziehung vorhandenen Unterschiede aufzufin-
den, reichen jedoch die bei weitem der Mehrzahl nach in Eu-
ropa, nur einzeln in America, Indien und Sibirien angestell-
ten Messungen keineswegs aus. Will man aber aus diesen
das mögliche Gesetz für den jedesmaligen gegebenen Ort ent-
nehmen, so sind sie auch in dieser Beziehung von sehr un-
gleichem Werthe und führen ebendaher zu sehr verschiedenen
Resultaten, unter denen die sichersten zwar für den bestimm-
ten Ort auf hinlängliche Genauigkeit Ansprüche haben, die
Frage im Allgemeinen aber aus den angegebenen Gründen kei-
neswegs genügend beantworten. Wegen der für unser Werk
erforderlichen Vollständigkeit stelle ich die bisherigen Resul-
tate in folgender Tabelle übersichtlich zusammen[1].

1. Aeltere Messungen und solche, welche hauptsächlich
angestaltet wurden, um die Wahrheit einer mit der Tiefe

[1] Die Angaben der Längen, Breiten und Meereshöhen sind nur
genäherten Werthen und von mehreren Resultaten ist das arithme-
tische Mittel genommen.

zunehmenden Wärme darzuthun, die aber zur Auffindung des Gesetzes dieser Zunahme ungenügend sind.

Orte	Nördl. Breite	Länge v. G.	Höhe in P. F.	Erreichte Tiefe	Tiefe für 1° C.	Beobachter
Bex	48°	8° O.	1378	677	128	de Saussure
Freiberg. .	51	13 O.	1230	1015	115	d'Aubuisson
Freiberg. .	51	13 O.	1230	1348	120	v. Trebra
Béfort . .	48	7 O.	—	1332	215	Gensanne
Cornwallis	50,5	5 W.	—	1126	108	Th. Lean
Cornwallis	50,5	5 W.	—	1400	36	Fox
Cornwallis	50,5	5 W.	—	1080	100	Fox
Pestarena .	45,8	7 O.	6000	2160	179	Fantonetti
Pestarena .	45,8	7 O.	6000	2160	337	Fantonetti
Neuspanien	—	—	—	582	45	v. Humboldt
Villalpando	—	—	—	412	59	v. Humboldt
Carmaux .	44	2,5 O.	768	560	108	Cordier
Decise . .	47	3,5 O.	460	526	61	Cordier
Littry . .	49	0,5 W.	184	301	46	Cordier
Dieuze . .	49	7 O.	619	330	110	Levallois
Nordengland	55	2 W.	95	1100	74	Bald
Durham . .	55	2 W.	—	—	80	Bald
Guennap .	50,5	5 W.	—	—	30	Fox
Huel-Vor	50,5	5 W.	—	—	75	Fox
Poldice . .	50,5	5 W.	—	—	16	Fox
Leadhills .	56	3,5 W.	—	—	190	Irving
Leadhills .	56	3,5 W.	—	—	106	— —
Cornwallis	50,5	5 W.	—	1250	132	Henwood
Bogoslawsk	60	42,5 O.	615	200	60	Kupffer

2. Messungen aus der Wärme des Wassers fliefsender artesischer Brunnen, die nicht entscheidend seyn können, weil sich der Einflufs der Temperatur höherer und tieferer Erdschichten auf das Wasser dieser Quellen nicht ausmitteln läfst.

Orte	Nördl. Breite	Länge v. G.	Höhe in P. F.	Erreichte Tiefe	Tiefe für 1° C.	Beobachter
London . .	51°,5	0	162	140	70	— —
Indien . .	27	77 O.	—	140	54	Tremenheere
Rüdersdorf	52,5	13,5 O.	200	630	72	Erman
Rüdersdorf	52,5	13,5 O.	200	655	80	Magnus
Rüdersdorf	52,5	13,5 O.	200	880	63	Schmidt
Epinay . .	50,5	2,5 O.	—	206	56	Héricart de Thury
Rochelle .	46	1 W.	—	379	61	Héricart de Thury
Wien . . .	48	16,5 O.	450	230	66	V. Jacquin
Paris . . .	49	2,5 O.	116	917	80	Arago
Paris . . .	49	2,5 O.	116	532	92	Walferdin
Paris . . .	49	2,5 O.	116	1230	95	Arago
St. Ouen .	49	2,5 O.	116	203	109	Arago
Lille . . .	50,5	3 O.	—	308	78	Arago
Upsala . .	60	17,5 O.	—	—	45	Wahlenberg[1]
Edinburg .	56	3 W.	344	—	68	Ungenannter[2]

3. Messungen, welche wegen vorzüglicher Genauigkeit und günstiger Umstände wahrscheinlich sichere Resultate geben, namentlich in frischen Bohrlöchern angestellte.

Orte	Nördl. Breite	Länge v. G.	Höhe in P.F.	Erreichte Tiefe	Tiefe für 1° C.	Beobachter
Genf . . .	46°	6° O.	1447	680	98	De la Rive u. Marcet
Erzgebirge	51	13,5 O.	2078	430	128	Reich
Erzgebirge	51	13,5 O.	1280	861	102	Reich
Newcastle	55	2 W.	81	1486	100	Phillips

Aus der Uebersicht dieser Tabellen ergiebt sich kein Einfluſs der Breite oder der Länge auf das Gesetz der Wärmezunahme, auch übersieht man bald, daſs sie zur Auffindung eines solchen keineswegs von hinlänglichem Umfange sind. Der mittlere Werth der ersten Abtheilung ist 105 Par. Fuſs Tiefe für 1° C., der zweiten 74 und der dritten 107. Hieraus folgt wohl, daſs das Wasser artesischer Brunnen und das in

1 Die Bestimmung findet Kupffer aus der jährlichen Aenderung der Quellentemperatur. S. Poggendorff Ann. XXXII. 279.

2 S. Kupffer ebend. S. 279. Vergl. Art. *Quellen*. S. 1083.

grofsen Tiefen befindliche die Temperatur leicht zu hoch a
giebt, ohne Zweifel weil es aus gröfseren Tiefen heraufkom
Nehmen wir die drei genauesten Messungen der dritten T
belle, so geben diese als arithmetisches Mittel gerade 1
Fufs Tiefe für 1° C. Wärmezunahme, und wenn man die u
gleichen Höhen über der Meeresfläche dieser drei Puncte b
rücksichtigt, so ergiebt sich, dafs die Curven gleicher Temp
ratur im Innern der Erdkruste[1] keineswegs mit dem Meer
spiegel parallel laufen, sondern sich nach der Form der Be
krümmen, und dieses um so mehr, je gröfser die Bergma
sind. Endlich konnten bei allen diesen drei Messungen
äufseren Einflüsse, namentlich die herabsinkende kältere Lu
nur abkühlend wirken, und die Bestimmung von 100 F
Fufs für 1° C. ist daher eher zu grofs, als zu gering,
sehr grofse, aus den Gesetzen der Abkühlung erhitzter Kö
per folgende Wahrscheinlichkeit nicht gerechnet, dafs
Wärmezunahme mit der Tiefe in einem stärkeren, als d
einfachen arithmetischen Verhältnisse wächst, und man w
daher gewifs nicht zu viel thun, wenn man jene Gröfse
die Anwendung beibehält. Setzt man nun nach den neue
Versuchen von Pouillet die vollkommene Weifsglühh
und den Schmelzpunct des Eisens hoch auf 1600° C.,
würde diese in einer Tiefe von 160000 Fufs oder in 7,0
wir können dreist annehmen in 7 geographischen Meilen s
finden, welche nicht mehr als $\frac{1}{123}$ des Erdhalbmessers
trägt. Ob jedoch in dieser Tiefe eine solche Hitze wirk
statt finde und diese dann in gleicher Progression zune
ist nach dem Vorhergehenden keineswegs ausgemacht, Le
teres auf jeden Fall sehr unwahrscheinlich, wo nicht
möglich.

B. Temperatur der Erdkruste.

25) Eigentlich ist die Untersuchung der Temperatur
Erdkruste in dem eben beendigten Abschnitte enthalten, so
alle Beobachtungen und Messungen sich nur bis auf eine,
Verhältnifs zum Halbmesser, geringe Tiefe erstrecken.
Zweck der angestellten Untersuchungen bezog sich aber v

1 G. Bischof nennt diese Linien *Chthonisothermen.*

ugsweise darauf, aus den aufgefundenen Thatsachen das Ge-
setz der mit der Tiefe zunehmenden Temperatur aufzufinden
und hiervon auf die Wärme des eigentlichen Erdkerns zu
schliefsen, wenn es auch vor der Hand noch unmöglich ist, hier-
über zur völligen Gewifsheit zu gelangen. Offenbar aber hat
man einen hiervon verschiedenen Zweck vor Augen, wenn
man unbekümmert um die mit der Tiefe wachsende Wärme,
blofs die Temperatur der oberen Erdkruste, namentlich im
Verhältnifs zu der sie berührenden Luftschicht, untersucht,
was man zuweilen auch *Bodentemperatur* zu nennen pflegt.
Wird diese Aufgabe in ihrer Allgemeinheit aufgefafst, so zeigt
die äufsere Erdkruste eine sehr ungleiche Beschaffenheit; bald
ist es flacher Boden, bald aufsteigendes Gebirge, oft mufs die
Temperatur aus den Quellen entnommen werden, Seeen bilden
einen grofsen Theil der Oberfläche, einen noch weit gröfseren
bedecken die Meere. Alle diese Einzelheiten erzeugen ver-
schiedene Modificationen und müssen abgesondert betrachtet
werden, wenn man unangenehme, eine deutliche Uebersicht
hindernde, Verwirrungen vermeiden will. Wir wollen daher
das Zusammengehörige, unter gewissen Hauptabtheilungen ver-
einigt, für sich besonders untersuchen.

a. Temperatur des Meeres.

26) Hierüber ist bereits[1] ausführlich gehandelt worden, auch
bedarf diese Untersuchung keiner Nachträge. Im Allgemeinen
nimmt zwar das Meer an der Temperatur der ganzen Erde
Theil, insofern die Wärme desselben unter dem Aequator am
gröfsten ist und nach den Polen hin abnimmt, sie wird je-
doch durch die Beweglichkeit des Wassers und die durch
örtliche Ursachen erzeugten Strömungen ausnehmend modi-
ficirt, wie aus den beigebrachten Thatsachen zur Gnüge her-
vorgeht.

b. Temperatur der Seeen.

27) Die vorzüglichsten Thatsachen über diesen Gegenstand
sind bereits angegeben worden[2], es müssen hier jedoch die ein-

[1] Art. Meer. Bd. VI. S. 1656. Vergl. im folgenden Art. Tempe-
ratur des Meeres.
[2] Art. See. Bd. VIII. S. 741.

zelnen Messungen nachgeholt werden, worauf die dort ausg sprochenen Resultate sich gründen. De Saussure[1] ste seine erwähnten Messungen im Jahre 1779 an und fand n mentlich beim Genfersee in 900 Fuſs Tiefe 5°,3 C. De Beche[2] hat die Resultate einer groſsen Reihe schätzbarer M sungen mitgetheilt. Beim Genfersee fand er in 6 Fuſs Ti 15°,6, in 60 Fuſs 13°,2, in 90 Fuſs 10°,9, in 120 Fuſs 7° in 150 Fuſs 7°,1, in 180 Fuſs 5°,8, in 240 Fuſs 5°,1, u diese Temperatur blieb constant bis zu 906 Fuſs Tiefe, so d also dieses Resultat mit dem durch De Saussure gefunden sehr genau übereinstimmt. Beim Thunersee fand de la B che an der Oberfläche 15°,5, in 84 Fuſs Tiefe 5°,5 und 588 Fuſs Tiefe 5°,2; der Zugersee zeigte an der Oberflä 15°, in 216 Fuſs Tiefe 5° C. Auch v. Humboldt maſs be Bartholomäussee in Berchtesgaden die Temperatur der L und fand diese am Gestade 17°,7, über der Wasserfläche in d Mitte des Sees 16°, in 2 Fuſs Tiefe 7°,7, in 42 Fuſs 6° in 60 Fuſs 5° und in 84 Fuſs Tiefe an einer andern St 5°,6. Nach den Messungen von Barlocci hatte der La Sabbatino bei Rom in einer Tiefe von 490 Fuſs nur 6°,9 Wärme, während das Wasser an der Oberfläche 25° C. zeig auch fand Jardine in mehreren schottischen Seeen die Te peratur in 110 Fuſs Tiefe das ganze Jahr hindurch unver dert[3]. Die neuesten Messungen sind von Becquerel u Breschet mit einem Peltier'schen thermoelektrischen App im Genfersee angestellt worden[4]. Von dem Felsen des Chate Chillon senkten sie den Apparat herab und erhielten auf Oberfläche 19°,8 C., in 20 Meter Tiefe 12°,3, in 40 M 9°, in 80 Meter 6°,5, und diese Temperatur blieb cons bis zur gröſsten erreichten Tiefe von 104 Meter. Diesem darf man die angegebene mittlere Temperatur in gröſse Tiefen dieser Seeen von 5° C. als die richtige betrachten u findet auch leicht den Grund, warum diese Temperatur die Wassers im Puncte seiner gröſsten Dichtigkeit, nämlich 3°, um eine Kleinigkeit übertrifft, denn unter diesen Norm

Voyages §. 1351 u. 1391. G. III. 201.

2 Bibl. univ. T. XII. p. 123. T. XIV. p. 144.

3 Ure Handwörterbuch der prakt. Chemie. Weim. 1825. S. 56

4 Compte rendu de l'Acad. des Sc. 26. Dec. 1836. Biblioth univ. 1837. Janv. p. 173.

kann die Temperatur des tieferen Wassers nicht herab-
, wenn die Seeen unter solchen Breiten liegen, dafs nach
geschmolzenem Eise die Oberfläche bis zu diesem Puncte er-
wird und das seine gröfste Dichtigkeit erhaltende Was-
bis zur gröfsten Tiefe herabsinkt. Der geringe Ueberschufs
diesen Normalpunct erklärt sich leicht aus der Einwir-
der bis zu grofser Tiefe eindringenden Sonnenstrahlen
zu einem Einflufs des Bodens. Unter höheren Breiten
überschreitet wahrscheinlich die Temperatur der Tiefe jenen
Normalpunct nicht, im Ganzen aber befolgt die Wärme des
Wassers der Seeen das angegebene eigenthümliche Gesetz und
somit über die Temperatur der Erdkruste keine Auskunft
.

c. Temperatur der Quellen.

) Dafs die Quellen ein vorzügliches Mittel zur Bestim-
der mittleren Temperatur der Erdkruste abgeben, ist
gezeigt, auch ist der Unterschied der Quellen von
und der von veränderlicher Temperatur hervorgeho-
nicht minder sind die vorzüglichsten, in dieser Be-
gemessenen, Quellen nach ihren, mit wachsenden Brei-
abnehmenden Temperaturen übersichtlich zusammengestellt
[2]. Der rasche Fortgang des Studiums der Natur bringt
täglich neue Thatsachen und so dürfen daher hier die
hinzugekommenen Bereicherungen nicht fehlen.
Messungen der Quellen-Temperaturen aufzunehmen
mir jedoch nicht geeignet, da sie den Werth zur Be-
der mittleren Bodentemperatur nicht haben, den man
früher zuweilen beilegte; inzwischen verdienen doch die-
namhaft gemacht zu werden, welche Parrot[3] auf seiner
zum Ararat beiläufig anstellte, weil sie aus Gegenden
, aus denen fast alle Thermometerbeobachtungen fehlen,
einige derselben in der später folgenden Tabelle für
mittleren Temperaturen zur Erhaltung mindestens annä-
Resultate benutzt worden sind. In der Kalmückensteppe

---

1 S. Art. *Erde*. Bd. III. S. 989.
2 S. *Quellen*. Bd. VII. S. 1075 ff.
3 Reise zum Ararat von Dr. Fr. Parrot u. s. w. Berl. 1834. Bd.
S. 50.

nördlich vom Kaukasus zwischen 46°,5 und 47° N. B. im M
unter 42° 20′ östl. L. v. G. gaben zwei Quellen überein
mend 13° C. Unweit Jekaterinograd unter 43° 45′ N
44° 20′ östl. Länge in 780 F. Höhe zeigte eine Quelle 13°
Wie unsicher die Bestimmung der Bodentemperatur und
auch der ihr nahe gleichen mittleren Temperatur verm
der Quellen sey, beweisen PARROT's wiederholte Mess
in der Gegend von Lars und von Stepan Zminda, desgle
zwischen Keschaur und Passanaur am Kaukasus unter
30′ bis 43° N. B. und 44° 20′ bis 40° 40′ östl. L. Der
eine Quelle in 2700 F. Höhe zeigte 13°,7, eine and
3000 Fuſs Höhe 8°,6, zwei andere Quellen in 3900 Fuſs
9°,0, noch eine in 4200 F. Höhe 7°,4, sämmtliche Messu
im Juni angestellt, wogegen die letztere Gröſse im Janu
6°, 1 betrug. Zwei Quellen in 4500 Fuſs Höhe zeigten
und 11°,1, eine in 4800 F. Höhe 6°,5, eine in 64
Höhe zeigte 3°,2, eine andere 60 Fuſs tiefer 5°,4, ein s
cher Sauerbrunnen in 6240 F. Höhe 7°,5, eine süſse Q
in 3240 Fuſs Höhe 10°,9 und drei Quellen südlich von
sanaur zeigten in 3096 F. Höhe 11°,1, in 3000 F. Höhe
und in 2658 F. Höhe 10°,1. Auch diese Messungen ge
hen im Juni, ihre Wiederholungen im Anfange Januars
statt 5°,4 nur 4°,6 und statt 10°,1 nur 8°,7. Wichtiger
gegen ist die Messung der Temperatur eines 22 F.
Brunnens in Tiflis 1140 F. über dem Meere, welche
gab, einer Quelle in Kacheti unter 42° N. Br. und 45° 20
L., die 14°,2, und von 5 Quellen in der nämlichen G
welche mit geringen Abweichungen 12°,0 zeigten, so da
letztere Wärme nahe genau die mittlere jener G
seyn mag.

Man nahm bisher an, daſs diejenigen Quellen, welche
rücksichtlich der gelieferten Wassermenge und der Tem
tur das ganze Jahr hindurch gar nicht oder nur unme
ändern, die Bodentemperatur am sichersten angeben, allein
ser Satz läſst sich von verschiedenen Seiten her angreifen,
es bleibt noch fraglich, ob nicht die veränderlichen Qu
sobald man sie so häufig beobachtet, daſs alle Wechsel
in die Berechnung kommen, zu der gesuchten Bestimmun
besten geeignet sind. Die Quellen zeigen nämlich nur
eine stets gleichbleibende Wärme, wenn das sie speisende

teorische Wasser so tief einsinkt, dafs die wechselnden eraturen der Jahreszeiten in diesen Tiefen ausgeglichen n; allein dann kann auch die mit der Tiefe zunehmende eratur nicht ohne Einflufs seyn, wenn gleich die seit nderten die nämlichen Räume erfüllenden Tagewasser inst unveränderlichen Temperaturzustand herbeiführten. hen unter andern die artesischen Brunnen zu Heilbronn ne Wärme von 12°,5 C., welche die der dortigen Bome bei weitem übertrifft[1], und dafs auch die stets fliesn artesischen Brunnen zu Wien eine mit der Tiefe nde constante Temperatur zeigen, ist bereits oben erwähnt t[2]. Um die mittlere jährliche Temperatur der veränder-Quellen aufzufinden, ist es unnöthig, wie bei der Beng der mittleren Lufttemperatur mehrmals täglich zu iten, ja es bedarf selbst der täglichen Beobachtungen sobald man gegen plötzliche Aenderungen so weit geist, dafs aus einigen in einem Monate angestellten Mesdie mittlere dieses Monats sicher gefunden wird, wihh müfste man zur Erhaltung dieses Resultates ähnliche les in Anwendung bringen, als welche weiter unten findung der mittleren Lufttemperatur angegeben werden Hat man aus einer genügenden Anzahl von Beobachdie monatlichen Mittel gefunden, so erhält man hieraus liche mittlere Temperatur durch einfache Berechnung n mindestens sehr genähertem Werthe. Fehlen von der zwei bis etwa vier Monaten die Messungen, so diese durch Interpolation gefunden werden, wenn man ve, welche den Wechsel der Temperatur bezeichnet, h darstellt. Sind die fehlenden Monate einzeln zwien andern zerstreut, so werden die auf diese Weise ten Resultate der Wahrheit sehr nahe kommen, je hlende Monate aber bei einander liegen, um desto unmüssen die erhaltenen Werthe seyn. Soll die Get noch weiter getrieben werden, so kann man sich en Interpolationsmethode bedienen, welche man gegenwärg in Anwendung bringt und von welcher bereits mehr-Rede war[3]. Bezeichnet t_n die dem nten Monate zu-

[1] ingler polytechnisches Journ. Th. XXXVII. S. 116.
[2] Viener Zeitschrift Th. VIII. S. 273.
[3] rt. *Meteorologie*. Bd. VI. S. 1376 und 1962. Daselbst mufs in l.

gehörige mittlere Temperatur, wenn die mittlere des ga
Jahres = t ist, so ist

$$t_n = t + u.\mathrm{Sin.}(n.30^0 + v) + u'.\mathrm{Sin.}(n.60^0 + v$$

worin die Constanten u und u', v und v' aus Beobachtu
bestimmt werden. Man bezeichnet den ersten Monat dur
und die folgenden durch 1, 2, 3,.... 11, und es ist dann

$$6u\ \mathrm{Sin.}\ v = (1 - 5 - 7 + 11)\ \mathrm{Cos.}\ 30^0$$
$$+ (2 - 4 - 8 + 10)\ \mathrm{Cos.}\ 60^0 + 0 -$$
$$6u\ \mathrm{Cos.}\ v = (1 + 5 - 7 - 11)\ \mathrm{Cos.}\ 30^0$$
$$+ (2 + 4 - 8 - 10)\ \mathrm{Cos.}\ 60^0 + 3 -$$
$$6u'\ \mathrm{Sin.}\ v' = (1 - 2 - 4 + 5 + 7 - 8 - 10 + 11)\ \mathrm{Cos.}$$
$$6u'\ \mathrm{Cos.}\ v' = (1 + 2 - 4 - 5 + 7 + 8 - 10 - 11)\ \mathrm{Sin.}$$

Man kann also nach einem sinnreichen, von A. Erma
der Untersuchung der Quellentemperatur zu Königsberg
wandten Verfahren die durch die erste annähernde Inte
tion für die fehlenden Monate gefundenen Werthe in
Formel benutzen, und indem man durch dieselbe die
diesen Monaten zugehörigen mittleren Temperaturen ge
findet, diese mehr genäherten Werthe abermals in die Form
nehmen, und dieses Verfahren so lange wiederholen, bis m
Wahrheit möglichst nahe gekommen ist. A. Erman fand die
lere Temperatur der Quellen zu Königsberg = 8°,246
der Luft aus Sommer's Beobachtungen = 6°,275, welch
nen Unterschied von 1°,971 giebt und den allgemein
nommenen Satz bestätigt, dafs unter höheren Breiten di
dentemperatur die der Luft übertrifft. Inzwischen mufs
berücksichtigt werden, dafs hierfür nur einjährige Mes
der Quellen vorhanden sind, es unterliegt aber keinem
fel, dafs auch die mittlere Quellentemperatur in den ve
denen Jahren gleiche Unterschiede zeigt, als die Luft
ratur, wie schon daraus nothwendig folgt, dafs einige
eine ungleich gröfsere Menge von Schnee oder um
warmer Gewitterregen liefern, als andere. So mafs, nach
Mittheilung von Kupffer [2], Coumani die Temperatu

---

der Gleichung für 12 u' Sin. v' auf S. 1876 in dem mit Cos. 30
plicirten Factor XXIII statt XXII stehen und S. 1961. Z. 2. v.
es statt u (w. 45° + v) heifsen u Sin. (w. 45° + v).

1 Poggendorff Ann. XI. 306.

2 Lond. and Edinb. Philos. Mag. N. II. p. 134.

[...]llen zu Nicolajeff unter 46° 58′ N. B. und 32° 0′ östl. L.
[...] G. in den Jahren 1827, 1829 und 1830 und erhielt
[...] bei einer Veränder. zwisch. 5°,73 u. 11°,25 im Mittel 9°,25 C.
[...] — — — 4,00 - 11,00 — — 7,75 -
[...] — — — 11,62 - 12,00 — — 11,70 -
[...]ch Kupffer[1] beträgt die mittlere Quellentemperatur zu Se-
[...] unter 44° 35′ N. B. und 33° 32′ östl. L. von G.
[...] C. Sie wurde in den Jahren 1827 bis 1829 gefunden
[...] schwankte 1827 zwischen 9°,9 und 14°,4 C., im Jahre
[...] zwischen 8°,4 und 14°,9 und im Jahre 1829 zwischen
[...] und 16°,5.

[...]29) Diese Ungleichheit der Resultate verschiedener Jahre
[...] durchaus kein genügendes Argument gegen die Zulässig-
[...] der Bestimmung der Bodentemperatur durch die Wärme
[...] Quellen abgeben, jedoch müssen, ebenso wie für die Auf-
[...] der mittleren Lufttemperatur, möglichst viele Jahre
[...] werden. Ein unverkennbares Hindernifs liegt dage-
[...] in dem Umstande, dafs die Temperatur des Bodens mit
[...] wächst und man bei keiner Quelle mit Sicherheit
[...] wie tief das hydrometeorische Wasser erst in die Erde
[...], ehe es durch hydrostatischen Druck wieder geho-
[...] zum Ausfliefsen gebracht wird. Mit Gewifsheit da-
[...] darf angenommen werden, dafs das Quellwasser aus
[...] gröfseren Tiefen kommt, je weniger sich die Wärme desselben
[...] Jahre ändert. Diesen Satz hat namentlich Kupffer[2]
[...]gehoben und sehr sinnreiche Anwendungen davon ge-
[...] Nach seiner Ansicht liefse sich aus der beobachteten
[...]atur einer Quelle leicht die Wärme der oberen Erd-
[...]inden, wenn die Tiefe der Quelle bekannt wäre, weil
[...]setz der mit der Tiefe zunehmenden Temperatur als
[...]nd ermittelt zu betrachten sey; allein die hierüber im
[...]gehenden Abschnitte gegebene Uebersicht zeigt unver-
[...]ar, dafs diese Voraussetzung keineswegs begründet ist,
[...]rechnet dafs bei jeder einzelnen Quelle allezeit ungewifs
[...], in welchem Grade die Räume, durch welche sie seit
[...]rer oder kürzerer Zeit gedrungen ist, eben in Folge des
[...]sses der hydrometeorischen Wasser, eine Veränderung

[1] Lond. and Edinb. Phil. Mag. N. IV. p. 259.
[2] Poggendorff Ann. XXXII. 270.

erlitten haben, weswegen denn auch die aus der Quellent-
peratur abgeleitete Zunahme der Wärme so sehr ungleiche
sultate liefert. Inzwischen hat KUPFFER, gestützt auf F
RIER's Analyse der Wärmeleitung, die Relation zwischen
Tiefe der Quellen und der jährlichen Aenderung ihrer T
peratur aufgesucht, die ich um so mehr mittheile, da auch
eingesenkte Thermometer Gebrauch davon gemacht we
kann. Bezeichnet v die gröfste Aenderung der Temp
einer Quelle im Laufe eines Jahres, u ihre Tiefe unterhalb
Erdoberfläche, so ist

$$v = Ae^{-\alpha u} + A'e^{-\alpha u\sqrt{2}} \quad . \quad . \quad . \quad I$$

welcher Ausdruck der Wahrheit um so viel näher komm
gröfser u ist, und somit für einen grofsen Werth von u

$$v = A''e^{-\alpha u} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad II$$

seyn kann. Diese Formeln auf die Messungen an
welche WAHLENBERG bei vier Quellen unweit Upsala a
stellt hat, findet KUPFFER

	Mittlere Temperatur.	Gröfste Aenderung.	Tiefe
N. 1.	5°,44	11,3	0,00
N. 2.	5,75	4,6	0,31
N. 3.	6,16	1,0	0,72
N. 4.	6,52	0,2	1,08

Die hier angegebenen Tiefen sind die Unterschiede der
leren Temperatur, sie sind also nur relative Gröfsen,
sich aber in absolute verwandeln, wenn das Gesetz der
mezunahme mit der Tiefe genau bekannt wäre; jedoch
mir noch aufserdem zu berücksichtigen, dafs die Tie
N. 1 = 0 angenommen ist, was auf keinem genü
Grunde beruht, weswegen auch nicht die absolute Tie
Quellen, sondern nur ihre verhältnifsmäfsige unter
der aufgefunden werden könnte. Substituirt man abe
Werthe von u und v aus N. 4 und N. 3 in die Gleichu
so findet man

$$0{,}2 = A''e - \alpha . 1{,}08,$$

$$1{,}0 = A''e - \alpha . 0{,}72,$$

welche verbunden

$\alpha = 4{,}47$ und dessen Logarithmus $= 0{,}6503075$
geben. Dieser Werth von α und die aus den Mess

1 und N. 3 erhaltenen Werthe in die Formel I eingeführt [...]:

$$11,3 = A + A'$$

$$10 = A e^{-4,47 \cdot 0,27} + A' e^{-4,47 \cdot 0,72 \sqrt{2}}.$$

[...] erhält man:

A = 28,871; dessen Logarithmus = 1,4604618

A' = −17,571; dessen Logarithmus = 1,2448025

[...] für die Tiefe = 0,31 in N. 2 . . . v = 4°,74

für die Tiefe = 1,08 in N. 4 . . . v = 0°,21

[...] dafs die Messungen 4°,6 und 0°,2 geben. Diese Ueber[...]einstimmung ist allerdings hinlänglich genau, Kupffer findet [...] aus ebendiesen Messungen die Zunahme der Tiefe für [...] nicht gröfser als 45 Fufs, welcher Werth offenbar zu [...] ist.

[...] Ein zweiter Umstand, welcher die Bestimmung der [...]temperatur aus Quellen unsicher macht, indem er zu ei[...] dem eben gerügten entgegengesetzten, Fehler führt, ist [...] Herabsinken des Wassers aus bedeutenden Höhen, wonach [...] nicht die Temperatur derjenigen Höhe anzeigt, wo [...] Quellen ausfliefsen, sondern mehr derjenigen, wo das sie [...] Wasser in die Erde einsinkt. Kupffer[1] scheint [...] Umstand zuerst hervorgehoben zu haben, indem er [...] dafs Quellen in Gebirgsgegenden die Bodentemperatur [...] angeben, neuerdings ist aber die Sache aufser allen [...]gesetzt worden, wie vor allen Andern G. Bischof[2] aus [...] Beispielen dargethan hat. Schon 1833 mafs Ennemo[...] Temperatur von 13 Quellen in Tyrol unmittelbar ne[...] Gletschern und fand sie zwischen 2°,54 und 6°,5 C. [...] selbst fand die Temperatur von 4 Quellen an der [...] des Grindelwald-Gletschers in 3684 Fufs Höhe über [...] Meere zwischen 3°,00 und 3°,37 C.; bei 51 Quellen [...] Kandersteg und Gemmi 5887 Fufs über dem Meere schwankte sie zwischen 3°,1 und 4°,5 C. Nach L. v. [...] und Wahlenberg zeigt die Quelle auf dem Gotthard [...]567 Fufs Höhe 3°,0 C. und auf dem Grofs-Glockner in

1 Poggendorff Ann. XV. 165. Ann. de Chim. et Phys. XLII. [...]

2 Edinburgh New Phil. Journ. N. XL. p. 356.

6660 Fuſs Höhe 3°,75 C., woraus zu folgen scheint, daſs Quellen unmittelbar neben den Gletschern nicht unter 2°,2 herabgehn. Aus einer Menge von Beispielen zeigt Bisc dann, daſs diese kalten Wasser bis zu bedeutenden T herabsinken, daselbst als Quellen zu Tage kommen, und die Bodentemperatur der Orte zeigen, wo sie entspringen, dern eine mittlere zwischen der ihres eigentlichen Urspr und ihres Ausganges. Ebendieses bestätigt Heer[2] und zugleich nach, daſs aus diesem Grunde die Quelle Kalkgebirgen meistens kälter sind, weil in den Zerklüftu derselben das Wasser tiefer herabsinkt und daher das höheren Regionen herabgekommene in ihnen zu Tage flieſst.

31) Endlich ist bereits bemerkt worden, daſs die Boden ratur überhaupt aus der Wärme der Quellen an solche nicht entnommen werden kann, wo die mittlere Tempera dem Nullpuncte des Centesimalthermometers ist, weil sic ses mit dem Gefrieren des Wassers nicht verträgt. Pa behauptet daher, jenseit des Polarkreises gebe es gar Quellen, weil der Boden stets gefroren sey und bloſs zu der gröſsten Hitze einige oberflächliche zum Vorschein men. Dieses gilt aber nur von den kälteren Regione Erde, aber nicht von den nördlichen Theilen Skandina wo die Quellen allerdings über den Polarkreis hinau Es läſst sich als möglich denken, aus der gemessenen T ratur von Quellen, die nur eine kurze Zeit im Jahre f die mittlere Temperatur derselben zu berechnen, wenn aus den Beobachtungen das Maximum und das Gesetz de nahme ihrer Wärme entnähme und vermittelst dieser G die fehlenden Glieder interpolirte, um dann die mittlere peratur zu erhalten, allein die Ungewiſsheit würde bei d Verfahren so groſs seyn, daſs es mir überflüssig scheint, darauf einzugehn. Bemerkt werden muſs jedoch, daſs na

1 Die Wärmelehre des Innern unseres Erdkörpers u. s. w. 1837. S. 31 ff.

2 J. Fröbel und O. Heer Mittheilungen aus dem Geb theor. Erdkunde. Zürich 1836. Th. I. S. 297.

3 Journal of a third Voyage for the Discovery of a North Passage cet. Lond. 1826. App. p. 133.

sicht Bischof's [1], welcher durch zahlreiche Versuche viele fahrungen hierüber gesammelt hat, die Bodentemperatur allein aus veränderlichen Quellen genügend entnommen werden kann, wenn man die beiden angegebenen Hindernisse meidet, viele Quellen in der nämlichen Gegend beobachtet, genau die Zeit des Maximums und Minimums ihrer Wärme und drei Monate nach dieser Zeit ihre Temperatur die mittlere nimmt.

d. Temperatur der oberen Erdkruste.

32) In den neueren Zeiten ist die Kenntnifs der Temperatur der Erdkruste durch eine grofse Zahl sinnreich angestellter Messungen erweitert worden. Als vorzüglichstes Mittel dienen hierzu Thermometer, die bleibend in die Erde gesenkt werden, frische Bohrlöcher bis zu geringen Tiefen, in denen ihre eigenthümliche Wärme sofort vor der Einwirkung fremder Ursachen gemessen wurde, und ein eigenthümliches Verfahren, welches von G. Bischof angewandt weiter unten beschrieben werden soll. Der Zweck dabei war zuweilen die mit der Tiefe wachsende Wärme zu messen, in welcher Beziehung sie in den ersten Abschnitt (oben A.) gehören würden und dort auch zum Theil erwähnt worden sind; aufserdem wollte man vor allen Dingen theils die jederzeitige Bodenwärme in geringer Tiefe kennen lernen, theils aber und hauptsächlich ausmitteln, innerhalb welcher Grenzen die Temperatur zwischen dem Maximum und Minimum schwankt und welchen Gesetzen diese Schwankungen in ungleichen Tiefen unterworfen sind. Wenn man berücksichtigt, dafs die Erdoberfläche am Tage durch den Einflufs der Sonnenstrahlen erwärmt wird und die so erzeugte Wärme allmälig tiefer eindringt, bei Nacht dagegen sich wieder verliert, und dafs unter zunehmenden Breiten ein mit diesen wachsender Unterschied zwischen der Temperatur des Sommers und des Winters statt findet, so gelangt man leicht zu der Folgerung, dafs die Schwankungen der Temperatur in verschiedenen Tiefen und unter ungleichen Breiten sehr ungleich seyn müssen, zugleich aber ist ganz unverkennbar, dafs eine Hauptbe-

---

[1] Die Wärmelehre des Innern unsers Erdkörpers. S. 44.

dingung dieses Unterschiedes in der ungleichen Wärm
tungsfähigkeit der jedesmaligen Erdschichten zu suchen se

Man leitete ehemals sowohl die Wärme des Bo
als auch die Schwankungen, denen dieselbe unterworfe
ausschliefslich vom Einflusse der Sonnenstrahlen ab, w
man zugleich die über sie hinströmenden, ungleich erwä
Luftschichten und die ungleich warmen Hydrometeore be
sichtigte; man hat sich jedoch neuerdings von einer a
wichtigen Bedingung überzeugt, welche darauf gegründ
dafs die Veränderungen der Erdkruste, vermöge deren sie
dem ursprünglichen Zustande der Glühhitze durch unbek
Ursachen erkaltete, an verschiedenen Orten ungleich tief
gedrungen sind, in Folge dessen der Boden unter ungl
Längengraden eine verschiedene Wärme zeigt, womit
zugleich die Hebungen und Senkungen verschiedener Ge
den in unverkennbarem Zusammenhange zu stehn sch
Hiervon wird weiter unten ausführlicher gehandelt werd

Fourier[1] hat es versucht, das Problem der Veränd
gen der Bodentemperatur allgemein aufzulösen, indem e
Gesetze der Wärmeleitung zur Grundlage seines C
machte. Hierfür benutzt er diejenigen, welche bei eine
sernen Kugel statt finden und welche daher auf die bei
schiedenen Erdarten geltenden keine unmittelbare Anwen
leiden. Weil wir aber weder die Wärmecapacität derje
Bestandtheile, woraus die obere Erdkruste besteht, noch
ihre Wärmeleitung mit hinlänglicher Genauigkeit kennen
Bestandtheile aufserdem an den verschiedenen Orten au
mannigfaltigste Weise wechseln und obendrein der ungl
Feuchtigkeitszustand den entschiedensten Einflufs ausüb
scheint es mir überflüssig, die eleganten Formeln des g
Geometers hier mitzutheilen, und ich verweise deswege
die Abhandlung selbst oder auf die Meteorologie von Käm
wo die wichtigsten derselben zusammengestellt sind.

33) Die Resultate der Beobachtungen, welche de Sau
vermittelst eingesenkter Thermometer erhielt, sind berei
wähnt worden[3]. Kupffer[4] theilt Messungen mit, welche O

1 Mém. de l'Acad. L'Inst. de France. T. V. p. 160.
2 Lehrbuch der Meteorologie Th. II. S. 176.
3 Art. *Erde*. Bd. III. S. 987.
4 Poggendorff Ann. XXXII. 276. Blofs die mittleren Re

Zürich um 1760 vier Jahre hindurch angestellt hat. Die gröfsten jährlichen Aenderungen betrugen

für 0,25	Fufs	Tiefe	20°,2 C.	für 3	Fufs	Tiefe	13°,5 C.
— 0,5	—	—	17,5 -	— 4	—	—	11,7 -
— 1	—	—	15,1 -	— 6	—	—	9,7 -
— 2	—	—	13,8 -				

Werden diese Schwankungen der Temperaturen mit denen verglichen, die an andern Orten wahrgenommen worden sind, so erscheinen sie als zu grofs, wie eine Vergleichung aufser Zweifel stellt, und wir müssen daher voraussetzen, dafs bei den Beobachtungen äufsere Einflüsse nicht hinlänglich vermieden wurden. KUPFFER berechnet die erhaltenen Werthe nach der oben bereits mitgetheilten Formel, wonach die Tiefe = u, die gröfste Aenderung = v gesetzt

$$v = A'' e^{-\alpha u}$$

ist. Die 5. und 7. Beobachtung geben

$$13{,}5 = A'' e - 3\alpha;$$

$$9{,}7 = A'' e - 6\alpha,$$

woraus $\alpha = 0{,}1102$, Logarithmus $\alpha = 9{,}04209$
$A'' = 18{,}79$, Logarithmus $A'' = 1{,}27387$

folgt. Vermittelst dieser Werthe erhält man

Tiefe	v berechnet	v beobachtet	Unterschied
0,25	18,°3 C.	20°,0 C.	+ 1°,7 C.
0,5	17,8 -	17,5 -	— 0,3 -
1,0	16,8 -	15,1 -	— 1,7 -
2	15,1 -	13,8 -	— 1,3 -
3	13,5 -	13,5 -	0,0 -
4	12,1 -	11,7 -	— 0,4 -
6	9,7 -	9,7 -	0,0 -

dieser Messungen erwähnt auch POUILLET Élémens de Physique expérimentale et de Météorologie etc. Par. 1830. T. II. p. 642. Das Minimum bei allen Thermometern von 0,5 Fufs Tiefe an setzt er in den Februar, das Maximum in den Juli oder August. Dieses ist aber nach den Resultaten meiner später zu erwähnenden Versuche unzulässig, und die Messungen geschahen daher ohne Zweifel in offenen Löchern, wohl gar in einem Brunnen, so dafs die kalte Luft sogleich einsinken konnte. In diesem wahrscheinlichen Falle haben aber die Resultate gar keinen Werth. Ich bemerke dieses, weil sie von mehreren Gelehrten, auch von QUETELET in Mémoire sur les Variations diurne et annuelle de la Température etc. Brux. 1837. p. 25. angeführt und in Rechnung genommen worden sind.

Die Gröfse und die, mit Ausnahme eines einzigen, stets n tiven Werthe der Unterschiede zeigen, dafs diese Beob tungen nicht als hinlänglich genau gelten dürfen.

34) An diese Versuche reihen sich zunächst diejen an, welche Leslie[1] zu Edinburg in den Jahren 1816 und mit Thermometern anstellte, die in 1, 2, 4 und 8 Fufs T eingesenkt waren. Quetelet verschaffte sich vom Dr. die Originalbeobachtungen, wobei sich fand, dafs die Mes gen in 50 Fufs Höhe über der Meeresfläche statt fanden, gleich aber zeigen sich bei denselben die nämlichen Lüc die sich auch bei den Züricher Messungen finden, indem bestimmt ist, ob die Thermometer an einem schattigen eingesenkt waren (was Quetelet für nöthig hält), ferner die Angabe der Beobachtungsstunden und die Correction Einflusses der Wärme auf den Faden der Flüssigkeit im Rohre. Inzwischen hat Quetelet die gefundenen We reducirt und giebt als solche die folgenden Mittelgröfsen

Monat	1 Fufs.	2 Fufs.	4 Fufs.	8 Fufs.
Januar	1°,28	3°,05	4°,78	6°,69
Februar	1,86	3,33	4,61	5,75
März	2,89	3,58	4,80	5,78
April	5,75	4,67	5,55	6,22
Mai	7,45	6,67	6,66	6,72
Juni	10,78	9,83	8,52	8,22
Juli	12,56	12,09	10,78	9,34
August	10,94	11,78	10,72	9,83
September	11,28	11,11	11,06	10,19
October	7,97	9,63	9,74	9,83
November	4,72	6,81	8,14	8,10
December	2,61	4,67	6,64	7,89
Jahr	6,67	7,27	7,67	7,87

1 Diese Versuche erwähnt Pouillet a. a. O. und Kupff Poggendorff Ann. XXXII. 276. Beide geben die Tiefen richti nennen jedoch die Quelle nicht, woraus sie geschöpft haben. in der Encyclopaedia Metropolitana T. III. p. 51. werden sie führt, mit dem Zusatze, dafs Leslie sie als durch Ferguson unte 10' N. B. angestellt mittheile. Kämtz in Meteorologie Th. 182. hat sie gleichfalls aufgenommen, giebt aber die Tiefen zu 3 und 4 Fufs an und nennt als Quelle das Handwörterbuch Chemie von Ure. Weim. 1821. S. 363, wo sich die Tiefen so Kämtz sie angegeben hat, finden. Quetelet a. a. O. p. 28. er habe sich deswegen an Ure gewandt und von ihm die im

Vergleichung giebt folgende Resultate in Centesimal-
graden:

Tiefen	Maxim.	Minim.	Untersch.	Mittel
0 Fufs	15°,20	3°,50	11°,70	9°,35
1 —	12,56	1,28	11,28	6,92
2 —	12,09	3,05	9,04	7,57
4 —	11,06	4,61	6,45	7,84
8 —	10,19	5,75	4,44	7,97

Maxima zeigen hierbei einen gröfseren Unterschied als die
...a, im Ganzen aber nehmen die Unterschiede mit der
...e ab, die ganzjährlichen mittleren Temperaturen dagegen
...obei jedoch als merkwürdig auffallen mufs, dafs alle niedri-
...nd, als die der Luft, die zu Edinburg 8°,37 C. beträgt, statt
... für die Erdoberfläche hier 9°,35 C. als das Mittel aus beiden
...en gefunden worden ist. Nach FOURIER's Untersuchungen
... die Unterschiede in einer geometrischen Reihe ab,
... die Tiefen in einer arithmetischen zunehmen, was zu
...hr einfachen Formel führt:

$$\text{Log.}\, \Delta p = a + b p,$$

... Δp den Unterschied der Temperatur bei einer Tiefe
... in Par. Fufs ausgedrückt bezeichnet, a und b aber durch
...ung zu findende Constanten sind. QUETELET nimmt
... Extreme, nämlich die Thermometerstände in freier Luft
... n 8 Fufs Tiefe, zur Bestimmung der Constanten und fin-
...damit

$$\text{Log.}\, \Delta p = 1{,}06819 - 0{,}03260\, p,$$

...eren Anwendung sich folgende Resultate ergeben:

Unterschiede der Temperaturen

Tiefen	beobachtet	berechnet	Abweichungen
0 Fufs	11°,70	11°,70	0°,00
1 —	11,28	10,37	+ 0,91
2 —	9,04	9,18	— 0,14
4 —	6,45	7,21	— 0,66
8 —	4,44	4,44	0,00

...enen Angaben erhalten, auch erwähnt er, dafs nach WHEWEL
...lten Berichte der brittischen Versammlung der Naturforscher
... Messungen unrichtig dem FERGUSON beigelegt würden, da sie
... von LESLIE herrührten; nach der Encyclop. Metrop. ist jedoch
...rer der eigentliche Beobachter, Letzterer nur der Referent.

Hiernach betrüge die Tiefe, bei welcher die jährliche Aen-
rung noch 1° C. ausmacht, 20,3 Fuſs, für eine Aenderung v
0°,1 aber 39,3 F. und für 0°,01 C. 58,3 Fuſs, woraus d
ferner folgt, daſs in Gemäſsheit der oben gegebenen Besti-
mungen die täglichen Aenderungen in $\frac{58,3}{19} = 3,0..$ Fuſs v
schwinden würden.

35) Herrenschneider[1] maſs zu Straſsburg in den J-
ren 1821, 1822 und 1823 die Temperatur mit einem bis
Fuſs Tiefe eingesenkten Thermometer und erhielt folgende R-
sultate:

Monat	1821	1822	1823	Mittel
Januar	7°,18	8°,91	6°,56	7°,55
Februar	5,62	8,12	6,73	6,82
März	7,57	8,43	7,35	7,78
April	7,50	9,00	7,97	8,16
Mai	7,96	9,85	9,37	9,06
Juni	9,20	10,75	10,93	10,29
Juli	9,68	11,25	10,62	10,52
August	10,77	12,08	11,56	11,47
September	11,25	12,18	11,25	11,56
October	11,09	11,43	10,93	11,15
November	10,47	10,00	9,37	9,95
December	9,83	7,35	9,53	8,90
Jahr	9,01	9,94	9,34	9,43

Die Art, wie diese Messungen angestellt wurden, ist mir n
genau bekannt, inzwischen sind die Unterschiede der ein-
nen Jahre weit gröſser, als sie in dieser Tiefe seyn könn-
wenn das Thermometer in den Boden gesenkt und umher
geschüttet gewesen wäre, in welchem Falle dann der Ein-
von Quetelet, daſs bei dieser Tiefe der Einfluſs der ung-
chen Wärme auf den Faden der Flüssigkeit in dem lan-
Rohre eine Correction erfordern würde, allerdings statt-
wäre. Vielleicht wurden die Messungen bloſs durch He-
lassen eines trägen Thermometers in einen 15 Fuſs ti-
Brunnen angestellt, wie solche durch Herrenschneider -
geführte anderweitig bekannt sind; auf jeden Fall darf
nur entfernt genäherte Resultate erwarten. Quetelet

1 Pouillet Éléments de Physique T. II. p. 644. Daraus Quet-
a. a. O. p. 32.

...defs, indem er + 17°,0 und — 2°,0 als die Extreme der mitt-
... monatlichen Temperatur der Luft annimmt,

$$\varDelta p = 1{,}27875 - 0{,}04020\,p,$$

...ach die jährlichen Aenderungen in 31 Fuſs Tiefe noch
... C., in 56 F. 0°,1 und in 81 Fuſs 0°,01 C. ungefähr wie in
...d betragen, die täglichen Veränderungen sich aber bis
...a Tiefe erstrecken würden.

...) Rudberg[1] senkte zu Stockholm Thermometer 1, 2
... Fuſs tief in die Erde, lieſs den Einfluſs des Aufgrabens
... vorübergehn und beobachtete dann den Gang derselben.
... erhaltenen monatlichen Mittel sind

Monate		1 Fuſs.	2 Fuſs.	3 Fuſs.
1833	Juli	15°,86	15°,00	13°,87
	August	13,12	13,03	12,88
	September	12,18	12,01	11,93
	October	8,97	9,08	9,59
	November	3,89	4,62	5,67
	December	0,81	1,77	2,78
1834	Januar	— 1,51	— 0,42	0,40
	Februar	— 0,38	— 0,02	0,24
	März	0,35	0,63	0,80
	April	3,36	3,02	2,74
	Mai	8,90	8,09	7,28
	Juni	13,65	12,50	11,29

...Mittel für die einzelnen Thermometer sind 6°,60 C., 6°,61 C.
... 6°,62 C., wonach also 0°,02 für 2 Fuſs Tiefenunterschied
...n, welches eine Tiefe von 100 Fuſs für eine Wärme-
...me von 1° C. giebt, ein mit anderweitigen Bestimmun-
... genau übereinkommendes Resultat, daſs schon hierdurch
... die Vorzüglichkeit der Messungen hinlänglich verbürgt
... Die Formel für die Gröſse der den Tiefen = p in
... Fuſs zugehörigen Schwankungen des Thermometers ist

$$\text{Log. } \varDelta p = 1{,}2924517 - 0{,}0526519\,p$$

[1] Poggendorff Ann. XXXIII. 251. Seitdem sind auch die im
... Jahre 1834 fortgesetzten Messungen bekannt geworden. S.
... XXXIX. 111. Hiernach gaben die drei Thermometer im Mit-
...,992; 6°,989 und 7°,000 C., woraus Rudberg folgert, daſs man im
... 7° C. für die Bodentemperatur annehmen könne und die Tiefe
... Wahrnehmung eines Unterschiedes zu gering sey. Ich wollte in-
... die aufgestellte Berechnung hiernach nicht abändern, da einge-
... Thermometer im Verlaufe der Zeit unrichtig werden können
... die frühesten Messungen daher die sichersten sind.

und vermittelst dieser erhalten wir

Tiefen	Schwankungen beobachtet	Schwankungen berechnet	Unterschiede
1 Fuſs	17°,37	17°,37	0,00
2 —	15,42	15,39	0,03
3 —	13,63	13,63	0,00

Setzt man p = 0, so giebt dieses die Schwankung der T
peratur an der Oberfläche oder eigentlicher der Lufttemper
welche hiernach zu Stockholm 19°,59 C. betragen müſ
und sucht man denjenigen Werth von p oder diejenige T
wobei die jährlichen Schwankungen nur noch 1° C. betr
so geben die vorliegenden Messungen hierfür 24,55 Fuſs,
welcher Tiefe allerdings auch nach anderweitigen Messun
die jährlichen Schwankungen nicht gröſser sind; im G
aber ist die Tiefe von 3 Fuſs zu gering, um aus den
haltenen Resultaten diese Gröſse mit Genauigkeit zu
nehmen.

37) Die bis jetzt bekannt gewordenen schätzbarsten
obachtungen dieser Art sind diejenigen, welche Quetel
angestellt hat, indem er neben der Sternwarte zu Brüss
Thermometer von geeigneter Länge in ungleiche Tiefen s
und ihre Angaben mit einem den Boden berührenden un
nem in freier Luft hängenden verglich. Indem diese T
mometer mit Weingeist gefüllt waren und bis zu so be
tenden Tiefen hinabgingen, so war es nöthig, die Grade
selben für den Einfluſs der Wärme auf die Flüssigkeits
in den langen Röhren zu corrigiren. Arago[3] bewerkst

1 Die wirklichen Schwankungen an der Erdoberfläche ode
Lufttemperatur sind unter mittleren und höheren Breiten weit gr
als sie hiernach gefunden werden.

2 Mémoire sur les Variations diurne et annuelle de la Tem
ture et en particulier de la Température terrestre à différente
fondeurs, d'après les observations faites à l'Observatoire de Bru
par A. Quetelet. Brux. 1837. 4. Vergl. Bullet. de l'Acad. Ro
Sc. et bell. Lett. de Bruxelles 1836. N. 3. p. 75. L'Institut 1837. N
p. 227. Correspond. math. et phys. T. VIII. Cah. 5. p. 303.
gendorff Ann. XXXV. 140.

3 Nach einer schriftlichen Mittheilung an Quetelet.

ieses durch ein empirisches Verfahren, indem er mit Weingeist gefüllte Röhren von gleicher Länge und gleichem Caliber, ls die der Thermometer, neben letzteren einsenkt und die an hnen gemessenen Veränderungen als Correctionsgröfsen benutzt, Quetelet dagegen stellte die Thermometer in eine Reihe neben einander, erhielt durch diese die Temperaturen der zunehmenden Schichten, nahm aus den an den Grenzen dieser Schichten gemessenen Temperaturen das Mittel als die Temperatur der ganzen Schicht und fand hieraus die den zugehörigen Längen der Röhren in Gemäfsheit der Ausdehnung des Weingeistes (= 0,0011 der Länge für jeden Grad der Centesimalscale) zukommenden Aenderungen, deren Summe dann die Correction gab. Die gröfste Correction war für das 3,9 Meter tief eingesenkte Thermometer im December erforderlich und betrug 0°,83 C. der Scale; da aber die Correction bald positiv, bald negativ ist, so gleichen sich diese Gröfsen aus und die mittlere im ganzen Jahre erreicht daher auch bei dem genannten Thermometer, wo sie gleichfalls am gröfsten ist, nur 0°,19. Bei der Anwendung dieser Correction ist nothwendige Bedingung, dafs die Röhre ein gleiches Caliber habe, weil sonst die Ausdehnung des Flüssigkeitsfadens in den unteren Theilen von der im Raume der Scale verschieden seyn würde; es ist aber kaum möglich, so lange Röhren von gleichem Caliber im Ganzen oder aus einzelnen Stücken zusammengesetzt zu erhalten. Wie diesem Hindernisse begegnet worden sey, finde ich nicht angegeben; da aber die Thermometer vor Saigy mit grofser Sorgfalt verfertigt waren, so läfst sich erwarten, dafs dieser und hauptsächlich Quetelet einen so wichtigen Umstand nicht übersehn habe.

Diese wegen ihrer Genauigkeit und ihres Umfanges höchst wichtigen Versuche verdienen auch hier eine ausführliche Erinnerung, um so mehr, als eine Wiederholung derselben an sonstigen Orten unter anderen Breiten der Wissenschaft von grofsem Nutzen seyn würde. Die Messungen der Temperatur im Freien geschahen um 9 Uhr Morgens, bei den eingesenkten um Mittag; auch wird im ersten Berichte bemerkt, dafs die Tiefen wegen zunehmender Einsenkung in Folge eines anhaltenden Regens corrigirt werden mufsten, worin wohl die Ursache liegen mag, dafs die Messungen im ersten Jahre nicht vollständig sind. Die mittleren jährlichen Temperaturen in den 3 Jahren sind folgende:

Tiefe d. Thermometer	1834	1835	1836	Mitte
In freier Luft . . .	12°,10	10°,70	10°,30	11°,0
Oberfläche der Erde	11,11	9,60	9,00?	9,9
0,58 Fufs Tiefe	10,49	9,60	9,36	9,8
1,38 — —	10,81	10,05	9,66	10,1
2,31 — —	11,19	10,50	9,98	10,5
3,08 — —	11,59	11,02	10,47	11,0
6,00 — —	—	11,63	—	11,6
12,00 — —	—	12,23	11,87	12,0
24,00 — —	—	12,06	12,06	12,0

Hierbei ist auffallend, dafs in etwas mehr als einem h
Fufs unter der Oberfläche das Minimum der Temperatur
eine geringere Wärme als im Freien gefunden wurde,
nach meinen demnächst zu erwähnenden Versuchen als
Folge der steten Beschattung des Ortes der Thermometer
betrachten ist, aber noch auffallender ist die über 2° C.
tragende Zunahme der Wärme in der Tiefe von 24 Fufs
Quetelet von einer Verrückung des Nullpunctes der
abzuleiten geneigt scheint; allein dann bliebe unbegrei
warum sich blofs bei den tiefsten Thermometern diese V
derung gezeigt haben sollte. Aufserdem aber dringt sic
Bemerkung auf, dafs von 12 bis 24 Fufs Tiefe keine Zu
me der Temperatur, im Ganzen nur eine sehr unbedeu
und im Jahr 1835 sogar eine geringe negative zum Vors
kommt[1].

Unter die aus den Beobachtungen abzuleitenden Res
gehören zuerst die genauen Zeiten der Maxima und Mi
deren Bestimmung jedoch schwer ist, weil die tieferen T
mometer meistens eine geraume Zeit stationär bleiben.

---

1 Quetelet sieht als nothwendige Bedingung an, die Th
meter an einem beschatteten Orte einzusenken; ich gestehe
dafs mir dieses zweifelhaft scheint, denn der natürliche Zusta
dafs die Erdoberfläche von der Sonne beschienen wird, wenn
die Pflanzen dieses eine Zeit lang und Bewaldung beständig,
nur theilweise, hindert. Meine demnächst zu erwähnenden Be
tungen geben auch hierüber einige Erfahrungen an die Hand.
singault's Tadel, dafs man bei ähnlichen Versuchen in Europ
äufseren Einflüsse nicht vermieden habe, Ann. de Chim. et Ph
LIII. p. 227, ist daher ungegründet.

[...]ler betrachtet daher die Curve der Temperaturen als eine [a]pollonische Parabel und bestimmt aus deren Coordinaten die [Z]eit und Gröfse des Maximums und des Minimums. Hiernach [s]ind zuerst die Zeiten der höchsten Temperaturen für die [s]ämmtlichen Thermometer in den drei Jahren:

Epoche des Maximums der Temperaturen.

Tiefen	1834	1835	1836	Mittel
0 Fufs	19,5 Juli	24,2 Juli	15,0 Juli	19,6 Juli
0,58 —	26,1 —	2,0 Aug.	16,8 —	25,3 —
1,38 —	4,3 Aug.	10,2 —	21,6 —	1,7 Aug.
2,31 —	10,2 —	15,2 —	25,6 —	6,7 —
3,08 —	13,9 —	18,3 —	28,5 —	9,9 —
6,00 —	4,3 Sept.	7,9 Sept.	. . . .	6,1 Sept.
12,00 —	8,1 Oct.	8,1 Oct.	12,2 Oct.	8,7 Oct.
24,00 —	11,7 Dec.	3,0 Dec.	19,8 Dec.	11,5 Dec.

Epoche des Minimums der Temperaturen.

Tiefen	1835	1836	Mittel
0 Fufs	9,0 Jan.	27,3 Dec.	2,7 Jan.
0,58 —	17,0 —	21,4 Jan.	19,2 —
1,38 —	23,6 —	22,6 —	23,1 —
2,31 —	10,0 Febr.	24,2 —	1,6 Febr.
3,08 —	18,6 —	28,8 —	9,2 —
6,00 —	19,2 März	. . . . .	19,2 März
12,00 —	20,1 April	4,0 April	12,0 April
24,00 —	15,9 Juni	15,9 Juni	13,8 Juni

Von beiden Extremen gingen die Thermometer zum mitt[l]eren Stande über. Wird die Epoche des Mittels vom Mi[n]imum an durch Rechnung bestimmt, so erhält man folgende [T]ermine:

Tiefen	1834	1835	1836	Mitt
0 Fuſs	29 April	23 April	8 Mai	30 Ap
0,58 —	3 Mai	7 Mai	15 —	8 M
1,38 —	7 —	11 —	18 —	12 –
2,31 —	9 —	17 —	21 —	16 –
3,08 —	23 —	22 —	23 —	23 –
6,00 —	. . . . .	14 Juni	. . . . .	. . .
12,00 —	. . . . .	14 Juli	12 Juli	13 J
24,00 —	. . . . .	10 Sept.	10 Sept.	10 S

Wird aber die Epoche des Mittels vom Maximum an
stimmt, so giebt dieses folgende Termine:

Tiefen	1834	1835	1836	Mit
0 Fuſs	11 Octob.	12 Oct.	23 Octob.	15 O
0,58 —	18 —	17 —	28 —	20 -
1,38 —	28 —	21 —	13 Nov.	31 -
2,31 —	1 Nov.	30 —	10 —	3 N
3,08 —	8 —	2 Nov.	10 —	7 -
6,00 —	. . . . .	8 Dec.	1 Dec.	5 D
12,00 —	11 Januar	2 Jan.	18 Jan.	10 J
24,00 —	. . . . . .	6 März	15 März	11 M

Die mittlere Wärme bedarf also, um von der Oberflä
zu einer Tiefe von 24 Fuſs wiederhergestellt zu w
133 Tage vom 30sten April bis 10. September und 14
vom 15ten October bis zum 11ten März, zu Erzeugu
Maximums aber werden 145 und zu der des Minimums 15
erfordert, das Mittel aus allen diesen Bestimmungen gie
Tage als die Zeit, welche die Wärme gebraucht, um den
von 24 Fuſs zu durchdringen, woraus für 1 Fuſs ein
von 6 Tagen folgt. Aus dem mittlern Resultate f
Thermometer geht aber hervor, daſs diese Zeit zwi
und 7 Tagen beträgt. Die Maxima und Minima, we
den ungleich tiefen Thermometern beobachtet wurden
folgende:

Tiefen	Maxima 1834	1835	1836	Mittel	Minima 1835	1836	Mittel
0,58 Fufs	18°,17	16°,92	16°,10	17°,06	4°,54	3°,03	3°,78
1,38 —	18,05	16,89	15,80	16,91	5,31	3,62	4,47
2,31 —	17,89	16,74	15,67	16,77	6,34	4,48	5,51
3,08 —	17,93	16,75	15,55	16,74	7,10	5,23	6,16
6,00 —	16,15	15,59	....	15,87	8,56	7,99	8,28
12,00 —	14,93	14,60	13,99	14,51	10,20	9,85	10,02
24,00 —	12,65	12,89	12,76	12,77	11,34	11,35	11,34

ie mittlere Temperatur aus dem Maximum und Minimum wächst it der Tiefe, ist aber in 0,58 F. Tiefe geringer, als die mittlere der uft in den 3 Jahren dieser Beobachtungen[1]. Als allgemeine Folgeingen aus diesen Messungen sind daher folgende Resultate zu beachten: 1) die Temperatur in einiger Tiefe unter der Oberiche der Erde ist geringer, als nahe über derselben; 2) das linimum der Temperatur liegt zwischen der Oberfläche und twa 1 Fufs Tiefe; 3) vom Minimum an wächst die Temeratur mit der Tiefe, aber in einem stärkeren Verhältnisse, ls wenn man bis zu gröfseren Tiefen hinabkommt. Alle diese rei Folgerungen dürften aber mit theoretischen Gründen nicht 'ohl übereinstimmen und harmoniren aufserdem nicht mit anern, namentlich meinen eigenen Versuchen, allein bei der bezweifelten Genauigkeit der Messungen und Rechnungen t es kaum möglich, auch nur muthmafsliche Gründe zur Erärung dieser Abweichung anzugeben. Was ich hierüber zu fsern wagen möchte, wäre etwa Folgendes. Zuerst ergiebt

1 Es ist merkwürdig, dafs auch Crahay in den Höhlen des Peaberges bei Maestricht eine geringere Temperatur fand, als die ttlere der Luft daselbst. Letztere ist 9°,95 C., allein am 2ten März 22 zeigte ein Thermometer im Innern des Berges in der Luft 8°,5, Boden 8°,4; am 12ten Juli zeigten beide 8°,9 und am 10. Jan. 23 ersteres 8°,5, letzteres 9°,0. Ein ganz ähnliches Resultat hatte ion van Swinden in den Jahren 1782 u. 1792 daselbst erhalten. Crahay det die Hauptursache dieser Anomalie in der starken Verdunstung Folge der daselbst vorwaltenden Feuchtigkeit, allein da der gedete Wasserdampf durch Luftzug nicht fortgeführt wird, so müfste s Gleichgewicht bald wieder hergestellt seyn. Mir scheint der und darin zu liegen, dafs die specifisch schwerere kalte Luft in lche unterirdische Höhlen hineinfliefst, die leichtere warme aber ohl ausströmt, aber nicht wieder hineinsinkt. S. Mémoire sur la Méorologie, par J. G. Crahay (von 1837), p. 11.

sich eben hieraus, dafs solche Thermometer nicht an
eingesenkt werden dürfen, die sich stets in dichtem kü
chem Schatten befinden; zweitens aber ist fraglich, o
ohnehin zur Thermometrie wenig geeignete Weingeist
langen Instrumenten hinlängliche Genauigkeit gebe un
nicht der Druck der Erdschichten auf die Gefäfse der
mometer einen mit der Tiefe zunehmenden Einflufs ge
habe. Andere aus dem Verhalten der Erdwärme zu en
mende Vermuthungen sind allzukühn, als dafs ich sie a
sprechen wagte.

Inzwischen sind diese Versuche höchst werthvoll, u
Gesetz der mit der Tiefe abnehmenden jährlichen Varia
zu bestimmen, weil dabei nur der relativ richtige Ga
einzelnen Thermometer in Betrachtung kommt. Que
nimmt zur Lösung dieser Aufgabe die durch den Calc
den monatlichen Mitteln gefundenen Maxima und Minim
der an einzelnen Tagen erhaltenen einzelnen, sofern be
auch die längere Dauer als Function mit aufgenommen
Die angegebene Gleichung wird dann aus den für die
längsten Thermometer gefundenen Werthen[1]

$$\mathrm{Log.}\,\Delta p = 1{,}15108 - 0{,}04149\,p,$$

welche für $p = 0$ die jährliche Variation an der Ob
$= 14°{,}16$ C. weit geringer, als die Beobachtung, giebt
dafs für Paris der umgekehrte Fall statt findet. Die jäh
Variation beträgt für 24 Fufs nicht mehr als 1°,43 und
der Formel für 27,7 Fufs 1° C., für 51,8 Fufs 0°,1 u
75,9 Fufs 0°,01 C., so dafs also die jährlichen Schwank
in dieser Tiefe zu verschwinden anfangen. Dieses stimm
gut damit überein, dafs die Temperatur in einem 60 Fu
fen Brunnen unter der Sternwarte zu Brüssel in den J
1834 und 1835 keine mefsbare Aenderung zeigte. Quet
stellt die Resultate der bisherigen Messungen zusammen
findet für die verschiedenen Orte folgende Werthe:

---

1 Für alle Thermometer nach der Methode der kleinst
drate wird die Formel $\mathrm{Log.}\,\Delta p = 1{,}14833 - 0{,}04140$, wor
genaue Uebereinstimmung der einzelnen Resultate unter einand
vorgeht.

Orte	1°,00	0°,10	0°,01
Edinburg .	20,3 Fufs	39,3 Fufs	58,3 Fufs
Upsala . .	24,6 —	43,5 —	62,5 —
Zürich . . .	27,3 —	49,5 —	71,4 —
Strafsburg	31,0 —	56,0 —	81,0 —
Paris . . .	28,0 —	48,5 —	68,9 —
Brüssel . .	27,7 —	51,8 —	75,9 —

wonach es scheint, dafs mit zunehmenden Breiten die jährlichen Variationen minder tief eindringen; allein zur Feststellung dieser Regel sind noch nicht genügende Beobachtungen vorhanden.

38) Quetelet versucht den jährlichen Gang der Temperatur durch Polar-Coordinaten auszudrücken, wobei die 360 Grade des Kreises den Tagen des Jahres angepafst werden und ein Monat den Werth von 30° erhält. Heifst dann y die Höhe des Thermometers in der durch x bezeichneten Epoche, so wäre

$$y = A + B \operatorname{Sin.} (x + C)$$

der analytische Ausdruck, in welchem C, A und B durch Beobachtungen gefunden werden müssen, wenn A die mittlere Temperatur des Jahres für das gegebene Thermometer, B den halben Unterschied zwischen dem Maximum und Minimum bezeichnet und C von dem Zeitmomente an gezählt wird, wo die mittlere jährliche Temperatur statt findet. Weil aber die Periode der mittleren Temperatur zweimal wiederkehrt, so mufs ein gleicher Abstand vom Maximum und Minimum statt finden. Bezeichnet dann x' das Maximum, wonach $x' + C = 90°$, so mufs $180° + x'$ nothwendig das Minimum geben, und man erhält für das Maximum:

$$y = A + B \operatorname{Sin.} (x' + C) = A + B$$

und für das Minimum

$$y = A + B \operatorname{Sin.} (180° + x' + C) = A - B.$$

Diese Formel für das 24 Fufs tiefe Thermometer benutzt erhält folgende Constanten: die mittlere Temperatur für 1835 und 1836 betrug 12°,06 = A; der Unterschied des Maximums und Minimums war 12°,8 — 11°,34 = 1°,46, wovon die Hälfte = 0°,73 = B; endlich aber fiel die mittlere Temperatur auf den 11ten März und 10ten Sept., das Maximum auf den 11,5ten

December, das Minimum auf den 13,8ten Juni. Wird der September als Epoche der mittleren Temperatur angenom so erhält man bis ans Ende des Jahres 3 Monate und 20 und die Formel wird:

$$y = 12°,06 + 0°,73 \, \text{Sin.} \, (110° + x).$$

Die hiernach für die einzelnen Monate des ganzen Jahres rechneten Werthe mit den beobachteten verglichen geben größte Differenz nur 0°,08 C.; für das 12 Fuſs tiefe sie bis 0°,25 und für das 6 Fuſs tiefe bis 0°,55 C.

39) Gleich wichtige Resultate, als die eben mitgeth sind und als diejenigen seyn werden, welche fortgesetzte obachtungen zu Brüssel versprechen, darf das Publicum Grunde von Paris erwarten, wo ARAGO bereits im Jahr gleichfalls Weingeistthermometer in ungleiche, bis 25 F nehmende Tiefen eingraben lieſs[1]. Bis jetzt ist hie dasjenige bekannt geworden, was POISSON[2] mitgeth Dieser bemerkt, daſs die Beobachtungen nicht für flufs der ungleichen Temperatur der Flüssigkeit in der Röhre und die etwaige Veränderung des Nullpunctes co seyen, mit welcher Correction man sich gegenwärtig be tige, daſs aber auf jeden Fall die Gröſse der hieraus en genden Fehler nicht bedeutend seyn könne. Von den bote stehenden vierjährigen Beobachtungen hat POISSO die Hauptresultate benutzt, um sie seiner Theorie ü Wärmeleitung anzupassen. Daher giebt er an, daſs Tiefen von 2 bis 8 Meter die Perioden des Maximum Minimums ungefähr 6 Monate von einander abstanden u den einzelnen Jahren nur unbedeutend verschieden waren der Unterschied ihrer absoluten Werthe in der geringsten etwas über 1° C., in der gröſsten aber nur 0°,1 betrug. Ursache hiervon soll hauptsächlich von der Einwirkung Sonne herrühren und daher die Wirkung in gröſseren verschwinden, was jedoch auch dann der Fall seyn muſs, die übrigen Bedingungen der wechselnden jährlichen Te raturen berücksichtigt werden. Ohne die gebrauchten Fo hier ausführlich mitzutheilen möge es genügen zu bem daſs, wenn der jährliche Unterschied zwischen dem Ma

1 Ann. Chim. Phys. XXX. 398.

2 Théorie mathématique de la Chaleur. Par. 1835. 4. p. 3

Minimum für eine Tiefe = x in Metern durch H bezeichnet wird, für eine andere = x' aber durch H', alsdann Poisson

$$H' = H e^{-\frac{(x'-x)\sqrt{\pi}}{a}}$$

wird, worin a eine von der Leitungsfähigkeit der Erdabhängende Constante ist. Nach den Beobachtungen beträgt dieser Unterschied für 8,121 Meter Tiefe = 1°,414 C. für 6,497 Meter = 2°,482 C., welche Werthe sub-

$$1°,414 = 2°,482 . e^{-\frac{1,624\sqrt{\pi}}{a}}$$

woraus a = 5,11655 gefunden wird. Die Maxima und Minima fielen in der gröfsten Tiefe ungefähr auf den 18ten ber und 13ten Juni, in der geringsten auf den 15ten und 10ten Mai, wonach also die Maxima 272 und 239, Minima aber 84 und 50 Tage nach dieser Epoche fallen. ...r[1] hat die erhaltenen Resultate mit andern durch ... derselben auf Fufse vergleichbar gemacht. Im Mittel den 4 Jahren beträgt der Unterschied des Maximums und Minimums der jährlichen Temperaturen für 20 Fufs 2°,482 für 25 Fufs 1°,414 C., und diese Werthe geben in der Formel die Constanten:

$$\Delta p = 1,86348 - 0,04856 p ,$$

... dann folgende Zusammenstellung hervorgeht:

Tiefen	Temperaturen beobachtet	berechnet	Unterschiede
Fufs ... 0 Met.	16°,870	23°,569	— 6°,699
— ... 1,624	13,017	13,429	— 0,412
— ... 3,248	7,800	7,650	+ 0,150
— ... 6,497	2,482	2,482	0,000
— ... 8,121	1,414	1,414	0,000

Unterschiede sind für die eingesenkten Thermometer unbedeutend, dagegen weicht bei dem in freier Luft aufgehängten Thermometer das Resultat der Rechnung von dem der Be-

[1] A. a. O. p. 38 ff.

obachtung merklich ab[1]. Die Formel giebt 1° jährli
Schwankung in 28,06 Fuſs Tiefe, 0°,1 C. in 49,47 F.
0°,01 C. Schwankung in 67,8 F. Tiefe.

40) Ich selbst faſste im Jahre 1820 den Entschluſs,
Gang der Temperatur an der unmittelbaren Oberfläche des
dens und zugleich sowohl in einiger Tiefe unter, als auch
einiger Höhe über derselben genau zu beobachten. Zu die
Ende senkte ich hier in Heidelberg in einem rundum ei
schlossenen, aber der freien Luftströmung im Neckarthale
gesetzten Garten drei Thermometer in die Erde ein. Der
den besteht bis 1,5 Fuſs Tiefe aus schwerer Dammerde
weiter unten aus sogenanntem schwerem Thonboden.
Thermometer, mit Quecksilber gefüllt, haben unten ei
weiten und langen Cylinder von dickem Glase, welcher
dem längsten 1,5 Zoll lang und fast 0,5 Zoll weit ist, bei
folgenden verhältniſsmäſsig kleiner; an die Cylinder sind die
sten Haarröhrchen angeschmolzen, in denen der Queck
faden kaum wahrnehmbar ist, für die Scale ist eine w
Röhre angeschmolzen und die Grade sind auf diese mit Fl
säure geätzt. Die Thermometer wurden in einen ausge
ten, aus zwei Hälften bestehenden hölzernen Cylinder g
so daſs sie unten auf Baumwolle ruhten und die Quecksil
gefäſse durch zwei Einschnitte in das Holz dem freien
tritte des Erdbodens fast ihrer ganzen Dicke nach ausge
waren. Nach Bohrung der zur Aufnahme dieser Thermo
ter bestimmten Löcher wurden sie mit ihren durch Eisen
zusammengebundenen Hüllen so eingesenkt, daſs die herv
genden Scalen bequem durch Einschnitte in den hölz
Cylindern abgelesen werden konnten, der freie Raum um
selbe aber wurde mit grobem Sande ausgefüllt; die Beob
tungen geschahen anfangs mehrmals an einem Tage, nach
meistens täglich, leider aber entstanden später in Folge v
fältiger Abhaltungen in einzelnen Monaten nicht unbedeute
Lücken, weswegen die Resultate nicht den vollen Werth
ben, den sie hätten erlangen können. Gegen die anhal
directe Einwirkung der Sonnenstrahlen waren die Ther

1 Ebendieses wurde oben §. 36. für Stockholm bemerkt,
fand auch zu Brüssel statt. Die Temperatur der Luft ist un
schwankender, als die der Erde selbst nur in 0,5 Fuſs Tiefe.

ster durch eine an der Südseite befindliche Weinhecke ge-
schützt, doch fielen die Sonnenstrahlen zuweilen durch die
Blätter und der Luftzug durch diese war genügend frei. Ue-
brigens war die Construction der Thermometer mit einem wei-
ten Gefäfse, einer diesem angemessenen grofsen Weite des
Quecksilberfadens in dem oberen Theile der Röhre, worauf
die Scale geätzt ist, und den feinen zwischen beiden be-
findlichen Haarröhrchen absichtlich gewählt, um den Ein-
fluss der ungleichen Temperatur auf die Ausdehnung dieses
zwischenliegenden feinen Quecksilberfadens verschwinden zu
machen; auch zeigte sich, als die Gefäfse aller drei Thermo-
meter in Wasser getaucht und ihr Gang mit einem andern ge-
nauen Thermometer zwischen 5° bis 20° R. verglichen wurde,
keine Abweichung, soweit die allerdings des bequemen Ab-
lesens wegen etwas dicken Theilstriche wahrzunehmen gestat-
teten. Zur Vergleichung mit dem Gange dieser Thermometer
beobachtete ich gleichzeitig mit ihnen, aber willkürlich an
verschiedenen Tagen und wechselnden Stunden, in der Regel
jedoch um 10 Uhr Morgens, ein Thermometer, dessen Kugel
ich unter die Oberfläche der lockeren Gartenerde so schob,
dass sie eben bedeckt wurde, ein zweites, welches in zwei
Fuss Höhe über dem Boden an der Nordseite eines 4 Fufs
langen und 3 Zoll dicken verticalen Pfahles gegen den Ein-
fluss der Sonnenstrahlen geschützt, dagegen den Strömungen
der über den Boden hinstreichenden Luft frei ausgesetzt war,
wenn nicht einzelne Sträuche und Gräser oder Pflanzen in
der Umgebung dieses hinderten, ferner ein drittes, dessen
Kugel ich in eine enge, frisch gemachte und zwei Zoll tiefe
Öffnung im Boden an einer Stelle des nämlichen Gartens
brachte, welche das ganze Jahr hindurch im Schatten eines
Hauses und einer Mauer bleibt, übrigens aber dem freien Zu-
tritt der Luft von der Seite des Gartens ausgesetzt ist, end-
lich ein an der Nordseite eines Gebäudes, welches einen
Theil der Begrenzung des Gartens bildet, in 28 Fufs Höhe
über dem Boden frei aufgehangenes Thermometer[1]. Die auf

[1] Im Winter waren die Beobachtungen wegen der kurzen Tage
und des schlechteren Wetters beschwerlich, im Mai und hauptsächlich
im Juni hinderte mich ein Rheumatismus am Beobachten, auch war
das ganze Verfahren zusammengesetzter, als dafs es einem Stellver-

diese Weise während eines ganzen Jahres erhaltenen
sultate enthält die nachfolgende Tabelle in Graden der
zigtheiligen Scale.

---

treter überlassen werden konnte. Dieser Umstand nimmt den stern, in denen übrigens das Verhalten der Witterung im Ein sehr ausführlich aufgezeichnet worden ist, einen grofsen Theil Werthes. Später fehlte mir die Zeit für so vollständige Auf nungen.

Monat. 1820	Zahl der Beob.	Die Thermometerkugel berührt den Boden			Thermometerkugel 1 bis 2 Z. tief in stets beschattetem Boden			Thermometer zwei Fuſs über dem Boden			Thermometer im Schatten 28 Fuſs üb. dem Boden		
		Max.	Min.	Med.	Max.	Min.	Med.	Max.	Min.	Med.	Max.	Min.	Med.
October	8	14°,0	7°,4	9°,35	9°,6	3°,3	6°,81	11°,2	6°,4	8°,36	11°,0	4°5	8°,17
Novemb.	11	7,0	—1,0	1,73	6,5	—1,0	1,63	8,0	—4,0	1,70	8,0	—3,8	1,93
Decemb.	5	5,7	—6,2	—1,42	5,6	—6,5	—1,66	6,2	—6,5	—1,76	6,2	—6,6	—1,78
Januar	7	6,2	—5,0	0,94	6,2	—5,0	0,85	6,8	—5,8	1,27	7,0	—5,8	1,52
Februar	6	0,1	—2,0	—0,31	0,0	—4,1	—1,31	2,6	—2,0	0,40	3,0	—1,8	0,70
März	5	17,0	2,7	7,82	9,4	2,5	5,68	13,0	2,5	7,00	12,5	2,5	7,00
April	11	26,0	7,0	14,27	17,0	6,5	9,70	20,6	7,5	12,54	20,6	7,6	12,36
Mai	5	28,0	13,5	18,70	15,0	7,8	11,04	17,5	9,5	13,94	16,5	9,5	13,66
Juni	1	14,5	14,5	14,50	12,5	12,5	12,50	13,5	13,5	13,50	13,5	13,5	13,50
Juli	13	31,5	12,4	17,22	14,0	11,4	13,10	20,0	10,8	14,97	19,0	11,2	14,97
August	27	21,5	11,5	16,19	15,0	11,2	13,43	18,5	11,0	14,77	19,5	12,0	15,44
Septemb.	11	23,5	14,1	18,61	14,2	11,2	12,82	21,3	13,3	16,02	21,0	13,5	16,16
Jahr	110	16,25	5,72	9,80	10,41	4,15	7,05	13,26	4,67	8,56	13,15	4,69	8,63

41) Aus diesen im Ganzen 440 Beobachtungen liefsen sich vielleicht manche interessante Folgerungen ableiten, jedoch steht jeder theoretischen Begründung das Hindernifs im Wege, dafs die Aufzeichnung der Thermometergrade zwar bei allen dreien gleichzeitig, aber weder stets an gleichen Stunden des Tags, noch auch an bestimmten Tagen der Monate geschah. Inzwischen scheint mir aus der Vergleichung doch unverkennbar hervorzugehn, dafs die Bodentemperatur durch die unmittelbare Einwirkung der Sonnenstrahlen bedeutend erhöht wird und diejenigen Länder daher eine niedrigere mittlere Temperatur haben, in denen der Boden stark beschattet ist, woraus die frühere gröfsere Kälte des stärker bewaldeten Deutschlands erklärlich wird. Dagegen ist die mittlere Temperatur in 2 Fufs Höhe und in 28 Fufs Höhe sich gleich, da der unbedeutende Unterschied von 0,07 innerhalb der Fehlergrenze liegt. Ein merkwürdiges Resultat stellt sich aber heraus, wenn man aus den Mitteln der drei ersten und der drei folgenden Columnen wieder das Mittel nimmt, wonach man für das Maximum 13°,33 R., Minimum 4°,93 und Medium 8°,42, mit den Mitteln der beiden folgenden Abtheilungen sehr genau übereinstimmend, erhält, woraus hervorgeht, dafs die gröfsere Erwärmung durch die directen Sonnenstrahlen durch die gröfsere Abkühlung in Folge der Beschattung genau compensirt wird. Das Mittel der vereinten ersten und zweiten und der beiden letzten Columnen giebt für die mittlere Temperatur dieses Jahres mit einem gelinden Winter 8°,53 R., welches die mittlere Temperatur der Luft und auch des Bodens deswegen etwas überschreiten mufs, weil alle Beobachtungen am Tage, meistens gleich nach 10 Uhr, seltener etwas vor 9 Uhr, Morgens gemacht wurden.

42) Vorzugsweise interessirte mich, aufser den eingesenkten Thermometern, der Wärmezustand der oberen Erdkruste an dem stets beschatteten Orte. Deswegen setzte ich diese Messungen noch ein ganzes Jahr mit gröfster Gewissenhaftigkeit fort und beobachtete täglich etwas nach 10 Uhr Morgens das erwähnte Thermometer, dessen Kugel ein bis höchstens zwei Zoll tief in die Dammerde an derjenigen Stelle eingesenkt wurde, die stets durch ein hohes Gebäude und eine Mauer gegen die unmittelbare Einwirkung der Sonne geschützt ist, zu welcher übrigens die über der Gartenfläche bewegte

luft einen ungehinderten Zutritt hat. Die erhaltenen Resultate können insofern noch von besonderem Interesse erscheinen, als sie dem gelinden Winter von 1821 auf 1822 und dem heifsen Sommer des letzteren Jahres angehören, mithin das Maximum angeben müssen, welches unter den gegebenen Bedingungen hier zu erhalten ist. Die folgende Tabelle giebt eine Uebersicht derselben.

Monat	Zahl der Beob.	Max.	Min.	Med.	Monat	Zahl der Beob.	Max.	Min.	Med.
Oct.	31	9°,7	4°,4	7°,81	April	30	9°,8	3°,0	7°,46
Nov.	30	8,8	2,9	6,90	Mai	31	15,0	8,1	11,32
Dec.	31	6,3	1,5	4,18	Juni	30	17,5	13,0	15,28
Jan.	31	3,8	0,0	1,95	Juli	31	15,6	11,8	14,11
Febr.	28	4,8	1,0	2,96	Aug.	31	14,7	12,0	13,70
März	31	7,9	2,4	4,98	Sept.	30	13,0	9,0	11,19

Werden diese Resultate nach den Jahreszeiten geordnet, so erhält man

	Max.	Min.	Med.
Winter	4°,96	0°,83	3°,03
Frühling	10,90	4,49	7,92
Sommer	15,93	12,26	14,36
Herbst	10,50	5,43	8,60
Jahr	10,57	5,75	8,73

Hiernach übertrifft also die mittlere Wärme des stets beschatteten Bodens in einem vorzüglich heifsen Jahre, worin das Minimum nicht unter den Gefrierpunct des Wassers hinabging, die mittlere Bodentemperatur nicht völlig um einen Grad der achtzigtheiligen Scale, und wenn die gefundene Gröfse nach der §. 89 angegebenen Art corrigirt wird, beträgt sie nur 0°,04 R., also nur 0°,04 C. mehr, als die mittlere jährliche Temperatur. Da es solcher vollständigen Beobachtungen gewifs nicht viele giebt, so scheint es mir der Mühe werth, den Gang der Temperatur im ganzen Jahre graphisch darzustellen. Die Zeichnung der Wärme-Curve ist ohne weitere Beschreibung für sich klar, sobald man weifs, dafs die punctirte Linie den Gang der Temperatur vom October 1820 bis dahin 1821, die aus-

Fig. 37.

gezogene Linie aber die im folgenden Jahre, von gleichem Te
mine an gerechnet, darstellen soll.

43) Von den drei eingesenkten Thermometern sollte d
tiefste mit der Mitte seines Quecksilber-Cylinders bis 5 P
Fuſs Tiefe, das zweite bis 3 Fuſs und das dritte bis 1,5 Fu
in den Boden hinabreichen; es fand sich aber durch gena
Messung vor und nach dem Herausnehmen, daſs das läng
bis 5,3 Fuſs, das mittlere bis 3,6 Fuſs und das kürzeste b
1,8 Fuſs Tiefe hinabging. Die erhaltenen Resultate sind
kurz als möglich in folgenden Tabellen aufgezeichnet word
wobei ich auch den ersten Monat September mit aufnehme, d
das Einsenken am 2ten geschah und am 3ten die Messunge
anfingen. Es ist dieses um so leichter zulässig, da die Lö
cher mit einem Bohrer von etwa Armesdicke gemacht, dann
sogleich die Thermometer eingesenkt und der geringe blei-
bende Spielraum mit trocknem Sande ausgefüllt wurde. Die
in der Tabelle angegebenen Maxima und Minima sind die ab-
soluten, die beobachtet wurden, die mittleren Temperaturen
sind aber nicht aus den Maximis und Minimis, sondern au
der ganzen Summe der Beobachtungen entnommen worden
Endlich war es der Kürze wegen nothwendig, die achtzigthei-
lige Scale, die sich auf den Thermometern befand, beizube-
halten, weil eine Reduction der einzelnen Gröſsen zu mühsam
seyn würde.

1820 und 1821.

…nat	Zahl der Beob.	5,3 Fufs tief Max.	Min.	Med.	3,6 Fufs tief Max.	Min.	Med.	1,8 Fufs tief Max.	Min.	Med.
	28	14°,0	12°,5	13°,36	15°,0	12°,4	13°,83	14°,0	10°,8	13°,29
	8	11,5	10,2	10,88	11,1	10,2	10,52	9,6	8,1	8,87
	11	9,9	6,9	8,41	9,2	6,6	7,65	7,2	2,4	4,64
	5	6,1	5,0	5,58	5,9	4,1	4,96	4,3	0,5	2,26
	7	4,8	3,7	4,10	4,0	3,4	3,75	2,1	0,0	1,15
	6	3,6	3,0	3,30	3,3	3,0	3,11	1,0	0,6	0,80
	5	4,3	3,6	4,02	4,9	4,4	4,62	5,1	4,0	4,28
…il	6	7,0	4,3	6,06	8,7	5,1	7,30	11,7	4,8	8,70
	5	9,0	7,2	8,16	10,0	9,3	9,78	12,2	10,5	11,44
	1	10,2	10,2	10,20	11,1	11,1	11,10	12,0	12,0	12,00
	13	12,1	11,2	11,77	13,6	12,2	13,14	15,7	13,8	14,77
	27	13,1	12,3	12,70	14,5	13,3	13,82	16,6	13,5	15,04
[illegible]	37	11,76	9,86	10,88	11,76	9,73	10,66	10,26	7,10	8,93
…er	18	4,82	3,90	4,32	4,40	3,50	3,94	2,46	0,36	1,40
…g	16	6,76	5,03	6,08	7,86	6,26	7,23	9,66	6,43	8,14
[illegible]	41	11,80	11,23	11,56	13,06	12,20	12 68	14,76	13,10	13,94
[illegible]	112	8,78	7,50	8,21	9,27	7,92	8,63	9,29	6,75	8,10

1821 und 1822.

[illegible]	Zahl der Beob.	5,3 Fufs tief Max.	Min.	Med.	3,6 Fufs tief Max.	Min.	Med.	1,8 Fufs tief Max.	Min.	Med.
	27	13°,2	12°,4	12°,90	14°,2	13°,0	13°,56	15°,3	12°,0	13°,44
	31	12,5	10,3	11,41	12,7	9,9	11,27	11,7	7,2	9,89
	30	10,1	8,7	9,14	9,7	8,0	8,75	7,8	5,1	6,91
	31	8,7	6,6	7,51	8,6	6,5	7,11	6,8	4,0	5,03
	31	6,6	4,8	5,49	6,4	4,2	4,92	4,3	1,7	2,50
	82	4,9	4,7	4,84	4,9	4,3	4,76	4,0	2,5	3,46
	31	6,3	4,9	5,42	7,2	4,9	5,91	8,0	3,7	5,86
…il	30	8,3	6,3	7,02	9,6	6,7	7,92	11,2	5,4	8,51
	31	11,4	8,4	9,71	13,0	9,7	11,10	16,0	11,0	12,99
	30	14,1	11,6	13,17	15,5	13,3	14,95	18,9	16,7	17,80
	31	14,3	14,1	14,20	15,5	15,0	15,20	18,0	15,0	16,48
	31	14,3	13,9	14,09	15,1	14,0	14,78	17,0	14,7	15,64
[illegible]	88	11,93	10,46	11,15	12,20	10,30	11,19	11,60	8,10	10,08
…ter	90	6,73	5,36	5,95	6,63	5,00	5,59	5,03	2,73	3,66
…ling	92	8,66	6,53	7,38	9,93	7,10	8,31	11,73	6,70	9,12
…mer	92	14,23	13,20	13,82	15,37	14,10	14,97	17,96	15,46	16,64
[illegible]	362	10,39	8,88	10,75	11,03	9,12	10,01	11,58	8,25	9,87

1822 und 1823.

Monat	Zahl der Beob.	5,3 Fuſs tief Max.	5,3 Fuſs tief Min.	5,3 Fuſs tief Med.	3,6 Fuſs tief Max.	3,6 Fuſs tief Min.	3,6 Fuſs tief Med.	1,8 Fuſs tief Max.	1,8 Fuſs tief Min.	1,8 Fuſs tief Med.
Sept.	30	14°,3	13°,3	13°,93	14°,9	13°,2	14°,22	15°,8	12°,2	[illegible]
Oct.	31	13,3	11,4	12,51	13,1	11,0	12,26	13,6	9,6	[illegible]
Nov.	30	11,3	9,0	9,94	10,9	8,3	9,34	9,5	6,1	[illegible]
Dec.	31	9,0	5,4	7,21	8,3	4,1	6,28	6,4	0,4	[illegible]
Jan.	31	5,3	3,3	4,08	4,1	2,4	2,96	0,3	-0,8	[illegible]
Febr.	28	3,3	2,9	3,05	3,5	2,0	2,63	2,6	-0,1	[illegible]
März	31	4,5	3,4	3,80	5,4	3,5	3,99	6,6	2,4	[illegible]
April	30	6,5	4,6	5,64	7,3	5,6	6,43	8,8	6,5	[illegible]
Mai	31	9,9	6,7	8,06	11,2	7,6	9,75	13,6	9,0	[illegible]
Jun.	30	11,0	10,0	10,70	12,1	11,3	11,85	14,0	11,9	[illegible]
Jul.	31	12,2	11,0	11,71	13,1	11,8	12,72	15,0	13,4	[illegible]
Aug.	31	13,3	12,2	12,79	14,8	13,0	13,65	17,2	14,2	[illegible]
Herbst	91	12,96	11,23	12,16	12,96	10,83	11,94	12,96	[illegible]	[illegible]
Winter	90	5,87	3,86	4,78	5,30	2,83	3,95	3,10	[illegible]	[illegible]
Frühling	92	6,96	4,90	5,83	7,96	5,56	6,72	9,66	[illegible]	[illegible]
Sommer	92	12,16	11,06	11,73	13,33	12,03	12,74	15,40	[illegible]	[illegible]
Jahr	365	9,49	7,76	8,62	9,89	7,81	8,84	10,25	[illegible]	[illegible]

1823 und 1824

Monat	Zahl der Beob.	5,3 Fuſs tief Max.	5,3 Fuſs tief Min.	5,3 Fuſs tief Med.	3,6 Fuſs tief Max.	3,6 Fuſs tief Min.	3,6 Fuſs tief Med.	1,8 Fuſs tief Max.	1,8 Fuſs tief Min.	1,8 Fuſs tief Med.
Sept.	30	13°,5	12°,6	13°,19	14°,9	12°,5	13°,79	17°,0	12°,0	[illegible]
Oct.	31	12,7	10,2	11,45	12,6	9,3	10,89	12,5	7,8	[illegible]
Nov.	30	10,1	7,4	8,51	9,1	6,5	7,45	7,6	8,9	[illegible]
Dec.	31	7,4	5,7	6,61	7,0	4,8	5,88	6,6	2,4	[illegible]
Jan.	31	5,7	3,9	4,75	5,1	3,1	3,92	4,0	0,6	[illegible]
Febr.	29	4,2	3,7	3,90	4,0	3,1	3,52	3,6	0,9	[illegible]
März	31	4,8	4,2	4,35	4,8	4,0	4,32	4,5	2,0	[illegible]
April	30	6,2	4,4	4,92	7,4	4,5	5,34	10,3	3,0	[illegible]
Mai	31	8,8	6,4	7,89	9,8	7,6	8,99	11,8	8,8	[illegible]
Jun.	30	11,0	8,9	10,17	12,0	9,9	11,30	15,5	12,1	[illegible]
Jul.	31	12,8	11,0	12,03	13,7	12,0	13,09	16,5	13,8	[illegible]
Aug.	31	13,1	12,8	12,94	13,9	13,1	13,61	16,4	13,5	[illegible]
Herbst	91	12,10	10,06	11,05	12,20	9,43	10,71	12,36	7,90	[illegible]
Winter	91	5,76	4,43	5,08	5,36	3,66	4,44	4,73	1,30	[illegible]
Frühling	92	6,60	5,00	5,72	7,33	5,36	6,22	8,86	4,60	[illegible]
Sommer	92	12,30	10,90	11,71	13,20	11,66	12,66	16,13	13,13	[illegible]
Jahr	366	9,19	7,59	8,39	9,52	7,53	8,51	10,52	6,73	[illegible]

1824 und 1825.

Monat	Zahl der Beob.	5,3 Fuſs tief			3,6 Fuſs tief			1,8 Fuſs tief		
		Max.	Min.	Med.	Max.	Min.	Med.	Max.	Min.	Med.
pt.	30	13°,4	12°,7	13°,16	14°,2	12°,4	13°,58	16°,7	11°,4	14°,45
ct.	31	12,7	10,2	11,51	12,3	9,3	10,85	12,3	7,5	9,88
ov.	30	10,1	6,6	8,52	9,2	7,4	8,03	8,0	6,6	7,12
ec.	31	6,4	4,6	5,42	7,7	6,2	6,89	8,3	2,8	6,86
n.	31	4,6	1,9	2,71	6,1	4,1	4,82	2,2	—0,1	0,78
br.	28	4,4	1,8	2,85	4,2	3,7	4,11	4,8	—0,5	2,20
rz	31	4,8	4,4	4,30	5,1	3,7	4,13	6,6	1,0	3,20
il	30	7,8	4,8	6,33	8,8	5,2	7,02	11,9	6,7	8,66
i	31	10,1	7,9	9,13	10,9	9,0	10,31	14,0	11,3	12,37
n.	30	11,8	10,1	10,99	13,1	10,8	11,01	15,8	11,7	14,09
l.	19	13,0	11,9	12,48	14,3	12,7	13,50	18,8	14,2	16,61
g.	int.	14,2	13,3	13,70	14.8	13,2	13,75	18,2	14,3	15,85
bst	91	12,06	9,83	11,06	11,90	9,70	10,82	12,33	8,50	10,48
ter	90	5,13	2,76	3,66	6,00	4,66	5,27	5,10	0,73	3,28
hling	92	7,56	5,70	6,58	8,26	5,96	7,15	10,83	6,33	8,07
mmer	49	13,00	11,76	12,39	14,06	12,23	12,75	17.60	13,40	15,51
hr	312	9,44	7,51	8,42	10,05	8,16	8,99	11,46	7,24	9,33

1826 und 1827.

Monat	Zahl der Beob.	5,3 Fuſs tief			3,6 Fuſs tief			1,8 Fuſs tief		
		Max.	Min.	Med.	Max.	Min.	Med.	Max.	Min.	Med.
br.	28	3°,7	2°,9	3°,30	3°,0	2°,0	2°,17	3°,8	-0°,5	0°,71
rz	31	5,0	3,5	4,41	4,9	3,2	4,44	5,7	4,0	4,83
ril	30	6,7	5,0	5,83	7,0	4,8	6,02	8,2	4,6	6,70
i	31	9,2	6,7	7,60	10,0	6,9	8,09	13,2	6,8	9,63
n.	30	11,9	9,3	10,50	13,0	10,2	11,39	17,0	12,5	13,79
l.	31	13,8	12,0	13,36	14,8	13,2	14,34	18,1	15,1	16,77
g.	31	14,9	13,8	14,45	15,3	14,1	14,97	18,1	16,6	17,35
pt.	21	14,9	13,6	14,32	15,1	13,0	14,08	17,0	13,0	14,82
t.	31	13,5	11,7	12,56	13,5	10,3	11,81	13,0	9,3	11,33
v.	30	11,6	8,1	9,73	10,2	6,3	8,01	8,7	3,7	5,83
c.	31	8,0	5,8	6,95	6,9	4,3	5,45	4,8	2,2	3,56
.	31	5,8	4,2	4,95	4,3	2,9	3,60	2.7	0,9	1,70
rbst	82	13,33	11,13	2,20	12,93	9,86	11,30	12,90	8,66	10,66
nter	90	5,83	4,30	5,06	4,73	3,06	3,74	3,77	0,87	1,99
hling	92	6,96	5,06	5,94	7,30	4,96	6,18	9,03	5,13	7,05
nmer	92	13,53	11,70	12,77	14,36	12,50	13,56	17,73	14,73	15,97
r	356	9,91	8,04	8,99	9,83	7,59	8,69	10,85	7,35	8,91

1827 und 1828.

Monat	Zahl der Beob.	5,3 Fuſs tief Max.	Min.	Med.	3,6 Fuſs tief Max.	Min.	Med.	1,8 Fuſs tief Max.	Min.
Febr.	28	4°,2	3°,4	3°,76	2°,9	2°,1	2°,41	0°,9	0°,2
März	31	4,3	3,4	3,79	4,0	2,1	3,34	4,2	0,4
April	30	7,2	4,4	5,87	7,6	4,1	6,07	10,4	4,7
Mai	30	10,1	7,3	8,71	10,6	7,8	9,39	13,8	10,4
Jun.	30	12,0	10,1	10,99	12,4	10,9	11,57	15,7	11,9
Jul.	31	13,9	12,1	13,02	14,6	12,6	13,79	18,0	16,[illegible]
Aug.	31	14,3	13,6	14,03	14,9	13,0	14,27	18,2	12,[illegible]
Sept.	30	13,5	12,9	13,14	13,2	12,5	12,86	15,0	12,[illegible]
Oct.	31	12,8	10,8	11,94	12,4	9,7	11,05	13,0	7,[illegible]
Nov.	30	10,7	6,9	8,83	9,6	5,4	7,13	7,4	2,[illegible]
Dec.	31	6,8	6,0	6,32	5,3	4,9	5,13	3,7	2,6
Jan.	31	6,0	4,8	5,22	4,9	3,7	4,06	3,5	1,[illegible]
Herbst	91	12,33	10,20	11,30	11,73	9,20	10,94	11,80	7,5[illegible]
Winter	90	5,33	4,73	5,10	4,36	3,56	3,86	2,70	1,[illegible]
Frühling	91	7,20	5,03	6,12	7,40	4,66	6,26	9,46	5,0[illegible]
Sommer	92	13,40	11,93	12,68	13,96	12,16	13,21	17,30	13,[illegible]
Jahr	364	9,56	7,97	8,80	9,36	7,39	8,56	10,31	6,[illegible]

1828.

Monat	Zahl der Beob.	5,3 Fuſs tief Max.	Min.	Med.	3,6 Fuſs tief Max.	Min.	Med.	1,8 Fuſs tief Max.	Min.
Febr.	29	4°,8	4°,1	4°,50	4°,1	2°,9	4°,49	3°,8	1°,[illegible]
März	31	5,3	4,1	4,61	5,1	3,2	4,13	5,9	1,[illegible]
April	30	7,2	5,3	6,04	7,4	5,1	5,93	10,0	4,[illegible]
Mai	31	10,2	7,4	8,83	10,9	7,6	9,34	14,0	10,[illegible]
Jun.	30	12,7	10,3	11,41	13,4	11,0	12,04	17,2	12,[illegible]
Jul	31	13,9	12,8	13,59	15,0	13,4	14,06	19,2	14,[illegible]
Aug.	31	13,5	13,2	13,23	14,0	12,9	13,00	14,6	13,[illegible]
Frühling	92	7,56	5,60	6,49	7,80	5,30	6,46	9,96	5,[illegible]
Sommer	92	13,36	12,10	12,78	14,13	12,43	13,03	17,00	13,[illegible]

44) Ehe ich die aus den hier mitgetheilten 7½
ständigen Jahrgängen sich ergebenden Folgerungen ab
muſs ich erst einige erläuternde Bemerkungen voraus
ken. Man sieht aus der beigefügten Zahl der Beo
tungen, daſs vom October 1821 an ohne Unterbrechung
lich einmal abgelesen wurde, was mit seltenen Ausn
durch mich selbst und bei etwaiger Verhinderung durch
sicheren Stellvertreter geschah. Im Jahre 1825 hör
Aufzeichnungen mit dem 19. Juli auf, vom August i
eine Beobachtung vorhanden, ebenso vom October, de
tember aber fehlt ganz und ebenso der November und
cember, und ich erinnere mich jetzt, daſs die Aufzeichnu

hrend dieser Zeit durch einen Gehülfen geschahen, leider be ich aber vergessen, sie einzutragen, und kann jetzt das pier, worauf sie verzeichnet standen, nicht wiederfinden. blieb mir daher nichts Anderes übrig, als den fehlenden nat August zu interpoliren und die folgenden Jahrgänge t dem Februar anzufangen. Nehmen wir nun zuvörderst e Resultate so, wie sie aus den aufgezeichneten Beobachngen hervorgehn, so geben die folgenden Tabellen eine bersicht der einzelnen und der aus ihnen entnommenen ttleren Gröfsen.

Mittel aus 7,5 Jahren.

Monat	5,3 Fufs tief			3,6 Fufs tief			1,8 Fufs tief		
	Max	Min.	Med.	Max.	Min.	Med.	Max.	Min.	Med.
pt.	13°,82	12°,86	13,°82	14°,50	12°,71	13°,41	15°,82	12°,00	14°,07
ct.	12,71	10,68	11,20	12,53	9,95	11,23	12,23	8,18	10,22
ov.	10,54	7,65	9,01	9,70	6,93	8,08	8,03	4,30	6,01
ec.	7,48	5,58	6,51	7,10	4,28	7,48	5,80	2,13	4,04
an.	5,54	3,80	4,47	4,98	3,40	4,00	2,73	0,47	1,27
ebr.	4,14	3,31	3,69	3,73	2,89	3,40	3,06	0,50	1,69
ärz	4,91	3,93	4,33	5,17	3,62	4,36	5,82	2,41	4,03
pril	7,11	4,88	5,96	7,97	5,13	6,30	10,31	4,95	7,46
	9,83	7,25	8,51	10,80	8,20	9,59	13,57	9,72	11,53
	11,83	10,06	11,01	12,82	11,06	11,90	15,76	12,70	14,11
	13,25	12,01	12,77	14,32	12,73	13,73	17,41	14,43	15,83
g.	13,83	13,13	13,49	14,66	13,32	13,98	17,03	14,17	15.46
bst	12,36	10,39	11,94	12,24	9,86	10,90	12,02	8,16	10,10
ter	5,72	4,23	4,89	5,27	3,52	4,96	3.86	1,03	2,33
ling	7,28	5,35	6,26	7,98	5,65	6,75	9,90	5,69	7,67
mer	12,97	11,73	12,42	13,93	12,37	13,20	16,73	13,76	15,13
	9,58	7,92	8,87	9,85	7,85	8,95	10,62	7,16	8,80

45) Im September des Jahres 1828 zeigte sich das Queckber in der Scale des mittleren Thermometers etwas getrennt, e Beobachtungen wurden daher nicht weiter fortgesetzt, aber st im Juli des folgenden Jahres konnten alle drei Thermoeter ausgegraben werden, wobei es gelang, sie unversehrt rauszubringen, ungeachtet die hölzernen Futterale gänzlich rfault und völlig in Moder übergegangen waren. Es lag ir zugleich daran, das Verhalten der Wärme in den verhiedenen Erdarten zu erforschen, weil dieses auf den Gang er Vegetation nothwendig einen Einflufs haben mufs, und urch die freundliche Mitwirkung des Geh. Hofrath Zeyher, es Directors der grofsherzoglichen Gärten zu Schwetzingen, ot sich eine sehr gute Gelegenheit zu einer interessanten ergleichung dar. Die Gegend von Schwetzingen hat ganz

leichten Sandboden und gewährt daher den vollkommen
Gegensatz gegen den schweren Thonboden, worin die Th
mometer hier gestanden hatten. Nachdem sie daher mit ei
neuen hölzernen Hülle, wie früher, versehen worden wa
wurden sie in einer abgelegenen und dadurch sicheren, dem fr
Zutritte der Luft ausgesetzten Abtheilung des Schwetzin
Gartens eingegraben. Gegen die Sonnenstrahlen waren
minder, als hier in Heidelberg, geschützt, erst von zwei
nach Mittag an durch eine Mauer, früher unregelmäſsig d
benachbarte Pflanzen und Gesträuche; der über den B
hervorragende Theil war aber gegen den Einfluſs des Re
zum Schutze im Allgemeinen und zur Vermeidung zu b
gen Moders durch eine Hülse von Weiſsblech geschützt
für die Zeit der Beobachtung abgehoben wurde. Der B
bestand bis 1,5 Fuſs Tiefe aus ziemlich fruchtbarer, lei
Dammerde, dann noch etwa 1,5 bis 2 Fuſs tief aus e
Gemenge von feinem Sande und Dammerde, worin die M
des ersteren Bestandtheils zunehmend gröſser wurde, und
fer aus reinem feinem Sande. Die Beobachtungen über
ein bejahrter, zuverlässiger Gartenaufseher, gewöhnlich ein
den andern Tag, selten mit Unterbrechungen von zwe
höchstens vier Tagen, und die erhaltenen Mittel könne
her für sehr genau gelten. Im Anfange des Monats
wurden die Thermometer unversehrt wieder ausgegraben
das längste unter ihnen eine Drehung um seine Axe e
hatte, die das Ablesen sehr hinderte, das Holz fand sich
weniger verfault, allein bei einer Vergleichung, nachde
späterhin aufgehangen worden waren, zeigten das längst
kürzeste noch vollkommne Uebereinstimmung, das mittlere
stand 0°,9 bis 1°,0 R. höher, ohne daſs sich ausmitteln
wann diese Veränderung und durch welche Veranlassun
eingetreten ist. Auch diese Beobachtungen theile ich u
lieber vollständig mit, da auch diese Reihe das ungewö
warme Jahr 1834, wie die frühere das Jahr 1822, in
schlieſst. Daſs die Thermometer etwas tiefer eingesenk
den, zeigen die Ueberschriften der nachfolgenden Tabel

1829 und 1830.

Zahl der Beob.	5,5 Fuſs tief Max.	Min.	Med.	4 Fuſs tief Max.	Min.	Med.	2,3 Fuſs tief Max.	Min.	Med.
9	11°,5	9°,5	10°,56	11°,7	8°,5	10°,28	11°,0	6°,7	9°,31
12	9,5	7,0	8,00	8,5	4,7	6,59	6,5	2,5	4,33
13	6,5	4,5	5,46	4,5	2,5	3,46	2,0	0,0	1,08
15	4,5	3,0	3,30	2,5	1,5	1,76	0,5	-1,5	-0,80
15	3,0	2,0	2,33	1,0	0,5	0,83	0,0	-3,5	-1,06
14	4,0	2,5	3,10	5,0	1,0	2,53	3,5	-0,5	0,57
19	7,0	5,0	5,86	9,0	6,0	7,02	10,0	1,0	4,07
22	9,5	7,5	8,55	12,0	9,0	10,52	14,0	11,0	12,05
17	11,0	9,5	10,20	13,0	11,0	11,88	15,0	11,0	13,30
19	13,0	11,0	11,81	15,0	12,5	13,52	18,0	14,0	15,63
18	14,0	12,5	13,16	15,5	13,0	14,14	18,0	13,0	15,74
18	13,0	12,0	12,30	13,0	11,5	12,33	14,0	11,0	12,62
39	11,33	9,50	10,29	11,06	8,23	9,73	10,50	6,73	8,75
43	4,66	3,16	3,69	2,66	1,50	2,01	0,83	-1,66	-0,26
55	6,83	5,00	5,83	8,66	5,33	6,69	9,16	3,83	5,56
54	12,66	11,00	11,72	14,50	12,16	13,18	17,00	12,66	14,89
191	8,87	7,16	7,88	9,22	6,80	7,90	9,37	5,39	7,23

1830 und 1831.

Zahl der Beob.	5,5 Fuſs tief Max.	Min.	Med.	4 Fuſs tief Max.	Min.	Med.	2,3 Fuſs tief Max.	Min.	Med.
19	11°,5	10°,0	10°,81	11°,0	9°,0	10°,26	11°,0	8°,0	9°,76
18	9,5	8,0	8,66	9,0	6,0	7,94	9,0	5,0	7,02
19	7,5	6,0	6,71	6,0	4,0	5,13	4,0	2,0	3,00
19	6,0	4,5	5,23	5,0	3,0	3,52	3,0	1,0	1,79
16	4,5	4,0	4,34	4,0	3,0	3,50	3,0	1,0	2,15
18	6,0	4,5	5,27	6,0	4,0	5,19	6,5	3,0	4,88
18	8,0	6,0	6,97	9,5	6,0	7,97	10,0	6,5	8,83
19	10,0	8,0	9,01	12,0	9,0	10,21	14,0	10,0	11,47
19	11,5	10,0	10,65	13,0	11,0	11,94	15,5	12,0	13,52
17	12,5	11,5	12,03	14,5	12,5	13,67	17,0	13,5	15,67
16	14,0	13,0	13,60	15,0	14,0	14,68	17,0	15,0	16,18
16	13,0	12,0	12,31	14,0	12,0	12,81	15,0	11,5	12,97
53	11,33	10,00	10,59	11,33	9,00	10,34	11,66	8,16	9,92
54	6,00	4,83	5,42	5,00	3,33	4,05	3,33	1,33	2,31
55	8,00	6,16	7,08	9,17	6,33	7,79	10,16	6,50	8,39
52	12,67	11,50	12,09	14,16	12,50	13,43	16,50	13,50	15,12
214	9,50	8,12	8,7	9,91	7,79	8,90	10,41	7,37	8,93

1831 und 1832.

Monat	Zahl der Beob.	5,5 Fuſs tief Max.	5,5 Fuſs tief Min.	5,5 Fuſs tief Med.	4 Fuſs tief Max.	4 Fuſs tief Min.	4 Fuſs tief Med.	2,3 Fuſs tief Max.	2,3 Fuſs tief Min.	2,3 Fuſs tief Med.
Oct.	16	12°,0	11°,0	11°,65	12°,5	10°,0	11°,81	13°,0	10°,0	[illegible]
Nov.	16	11,0	8,0	9,37	10,5	7,5	8,75	9,0	5,0	[illegible]
Dec.	16	7,5	7,0	7,12	7,0	5,5	6,18	5,0	3,0	[illegible]
Jan.	16	6,0	4,5	5,34	5,0	3,5	3,87	2,0	1,0	[illegible]
Febr.	15	5,0	4,0	4,50	4,0	3,5	3,70	2,0	1,0	[illegible]
März	16	5,0	4,0	4,25	5,5	3,5	4,59	5,0	2,0	[illegible]
April	16	7,0	5,0	6,25	8,5	6,0	7,41	9,0	6,0	[illegible]
Mai	16	9,0	7,0	8,16	11,0	8,5	9,53	13,0	9,0	[illegible]
Jun.	16	12,5	9,0	10,72	12,5	11,0	12,03	14,0	13,0	[illegible]
Jul.	16	14,0	12,5	12,75	14,0	12,5	13,03	16,5	14,0	[illegible]
Aug.	16	14,0	12,0	13,03	14,0	13,0	13,75	16,0	15,0	[illegible]
Sept.	16	11,5	11,0	11,12	13,0	12,0	12,18	14,5	12,5	[illegible]
Herbst	48	11,50	10,00	10,71	12,00	9,83	10,91	12,13	[illegible]	[illegible]
Winter	47	6,16	5,16	5,65	5,33	4,16	4,58	3,00	[illegible]	[illegible]
Frühling	48	7,00	5,33	6,22	8,33	6,00	7,18	9,00	[illegible]	[illegible]
Sommer	48	13,50	11,16	12,16	13,50	12,16	12,93	15,50	[illegible]	[illegible]
Jahr	191	9,54	7,91	8,68	9,79	8,03	8,90	9,90	[illegible]	[illegible]

1832 und 1833.

Monat	Zahl der Beob.	5,5 Fuſs tief Max.	5,5 Fuſs tief Min.	5,5 Fuſs tief Med.	4 Fuſs tief Max.	4 Fuſs tief Min.	4 Fuſs tief Med.	2,3 Fuſs tief Max.	2,3 Fuſs tief Min.	2,3 Fuſs tief Med.
Oct.	16	11°,0	9°,0	10°,40	12°,0	9°,0	10°,52	12°,5	7°,5	[illegible]
Nov.	16	8,5	7,0	7,72	8,0	6,0	7,06	7,5	4,0	[illegible]
Dec.	16	7,0	5,0	6,06	6,0	4,5	5,06	4,0	3,0	[illegible]
Jan.	16	5,0	3,0	4,00	4,0	2,0	3,00	3,0	0,0	[illegible]
Febr.	15	5,0	3,0	4,00	5,0	2,0	3,13	3,0	0,0	[illegible]
März	16	5,0	5,0	5,00	5,0	4,0	4,65	4,0	3,0	[illegible]
April	16	7,0	6,0	6,53	7,0	6,0	6,50	7,5	4,0	[illegible]
Mai	16	16,0	8,0	11,00	17,0	8,0	11,03	18,0	8,5	[illegible]
Jun.	16	18,0	17,0	17,35	19,0	18,0	18,56	21,0	19,0	[illegible]
Jul.	16	18,0	17,0	17,68	19,5	18,0	18,93	22,5	20,5	[illegible]
Aug.	16	17,0	16,0	16,81	18,0	17,5	17,90	19,5	18,5	[illegible]
Sept.	16	16,0	14,0	14,75	17,5	16,0	16,65	18,5	17,0	[illegible]
Herbst	48	11,83	10,00	10,96	12,50	10,30	11,41	12,83	9,50	[illegible]
Winter	47	5,66	3,66	4,68	5,00	2,83	3,73	3,33	1,00	[illegible]
Frühling	48	9,33	6,33	7,51	9,66	6,00	7,39	9,83	5,16	[illegible]
Sommer	48	17,66	16,66	17,28	18,83	17,83	18,46	21,00	[illegible]	[illegible]
Jahr	191	11,12	9,16	10,10	11,37	9,24	10,25	11,77	8,75	[illegible]

1833 und 1834.

Monat	Zahl der Beob.	5,5 Fuſs tief Max.	Min.	Med.	4 Fuſs tief Max.	Min.	Med.	2,3 Fuſs tief Max.	Min.	Med.
ct.	16	14°,0	12°,0	12°,43	16°,0	12°,0	14°,43	16°,0	12°,0	13°,90
ov.	16	10,0	7,0	8,50	12,0	8,0	10,31	10,0	7,0	8,43
ec.	16	7,0	5,0	6,06	8,0	6,0	7,06	7,0	4,0	5,69
n.	16	5,0	5,0	5,00	6,0	5,0	5,43	3,0	2,0	2,43
br.	15	5,0	5,0	5,00	7,0	6,0	6,55	3,0	2,0	2,55
ärz	16	6,0	5,0	5,68	8,0	7,5	7,68	4,0	3,0	3,43
ril	16	8,0	6,5	7,00	9,0	8,0	8,75	6,0	4,0	5,00
ai	17	11,0	8,0	9,35	12,0	9,0	10,57	9,0	6,0	7,70
n.	16	14,0	12,0	12,56	15,0	13,0	14,28	13,0	10,0	11,50
l.	16	16,0	14,0	15,25	17,0	15,0	15,84	16,0	13,0	14,43
g.	16	16,0	16,0	16,00	18,0	17,0	17,68	16,0	16,0	16,00
pt.	16	16,0	14,0	15,25	18,0	17,0	17,59	16,0	14,0	15,00
rbst	48	13,33	11,00	12,06	15,33	12,33	14,11	14,00	11,00	12,44
nter	47	5,66	5,00	5,35	7,00	5,66	6,34	4,33	2,66	3,56
ühling	49	8,33	6,50	7,34	9,66	8,16	9,00	6,33	4,34	5,38
mmer	48	15,33	14,00	14,60	16,67	15,00	15,93	15,00	13,00	13,98
ahr	192	10,66	9,12	9,84	12,16	10,29	11,34	9,91	7,75	8,84

1834 und 1835.

Monat	Zahl der Beob.	5,5 Fuſs tief Max.	Min.	Med.	4 Fuſs tief Max.	Min.	Med	2,3 Fuſs tief Max.	Min.	Med.
Oct.	16	14°,0	12°,0	12°,56	16°,0	14°,5	15°,22	13°,0	12°,0	12°,56
Nov.	16	11,0	9,0	10,14	14,5	13,0	13,78	11,0	10,0	10,43
Dec.	16	8,0	5,0	6,87	12,0	7,5	10,53	9,0	4,0	7,62
Jan.	16	5,0	2,0	3,43	7,5	5,0	6,40	4,0	0,0	2,18
Febr.	15	3,0	2,0	2,26	5,0	5,0	5,00	2,0	0,0	0,75
Wint.	47	5,33	3,00	4,18	8,16	5,83	7,31	5,00	1,33	3,51

46) Auch von diesen Beobachtungen stelle ich die mitt-ren Werthe in der folgenden Tabelle zusammen, obschon e auf solche Genauigkeit, als die oben mitgetheilten, nicht nlängliche Ansprüche haben.

Mittel aus 5 Jahren und 5 Monaten.

Monat	5,5 Fuſs tief			4 Fuſs tief			2,3 Fuſs tief	
	Max.	Min.	Med.	Max.	Min.	Med.	Max.	Min.
Oct.	12°,33	10°,58	11°,39	13°,20	10°,50	12°,08	2°,75	9°,36
Nov.	9,91	7,66	8,76	10,41	7,53	9,07	8,83	5,58
Dec.	7,25	5,41	6,38	7,25	5,00	6,23	5,16	2,66
Jan.	5,25	3,66	4,38	5,00	3,33	3,99	2,58	0,58
Febr.	4,25	3,33	3,74	4,33	3,33	3,78	2,16	0,83
März	5,20	4,20	4,66	5,90	4,06	4,93	4,60	2,10
April	7,40	5,70	6,52	8,60	6,40	7,52	8,50	4,30
Mai	11,10	7,70	9,21	12,80	8,70	10,37	13,50	8,9[illegible]
Jun.	13,40	11,60	12,29	14,50	12,80	13,74	15,70	13,0[illegible]
Jul.	14,70	13,20	13,90	16,00	14,10	14,99	18,00	15,0[illegible]
Aug.	15,00	13,90	14,52	16,10	15,00	15,63	17,30	15,50
Sept.	13,90	12,40	13,14	15,10	13,70	14,31	15,60	13,[illegible]
Herbst	12,04	10,21	11,09	12,90	10,57	11,82	12,39	9,[illegible]
Winter	5,58	4,13	4,83	5,52	3,88	4,66	3,26	1,[illegible]
Frühling	7,90	5,87	6,79	9,10	6,38	7,60	8,86	5,10
Sommer	14,36	12,90	13,57	15,59	13,96	14,78	17,00	14,[illegible]
Jahr	9,97	8,28	9,07	10,77	8,69	9,71	10,38	[illegible]

47) Aus beiden, weiter oben und so eben mitge[...] Zusammenstellungen gehn einige wichtige Folgerungen in [Be-] ziehung auf die Ermittelung der Bodentemperatur durch [ver-] senkte Thermometer hervor.

a) Die Bodentemperatur ist selbst bis zur Tiefe von 5[...] nicht in allen Jahren gleich, kann daher nicht aus einz[el-] ja selbst nicht aus einjährigen Messungen genau gefunden [wer-] den, sondern schwankt ebenso, wie die Lufttemperatur, um [eine] gewisse mittlere Gröſse, die nur durch Vereinigung meh[rerer] Jahre aufzufinden ist.

Aus der ersten Reihe von Beobachtungen ergiebt si[ch]

für 5,3 Fuſs Tiefe 1821 und 1822 Maximum = 10[...]
1820 — 1821 Minimum = 8[...]
Unterschied 2[...]

für 3,6 Fuſs Tiefe 1821 und 1822 Maximum = 10°,[...]
1823 — 1824 Minimum = 8[...]
Unterschied 1[...]

für 1,8 Fuſs Tiefe 1821 und 1822 Maximum = 9°[...]
1823 — 1824 Minimum = 8[...]
Unterschied 1[...]

Aus der zweiten Reihe von Beobachtungen:

für 5,5 Fuſs Tiefe 1832 und 1833 Maximum = 10°,[...]
1829 — 1830 Minimum = 7,[...]
Unterschied 2,[...]

für 4 Fuſs Tiefe	1833 und 1834	Maximum =	11°,34
	1829 — 1830	Minimum =	7,90
		Unterschied	3,54
für 2,3 Fuſs Tiefe	1832 und 1833	Maximum =	10°,17
	1829 — 1830	Minimum =	7,23
		Unterschied	2,94

ei der ersten Reihe waren die warmen Jahre 1818 und 1819 orausgegangen und die anhaltende Wärme 1822 vollendete ie Wirkung, so daſs der Unterschied in der Tiefe am gröſs-n ist, bei der zweiten zeigt sich der unmittelbare Einfluſs er heiſsen Sommer 1833 und 1834, weswegen der Unter-chied beim mittleren Thermometer am gröſsten ist.

b) Wie groſs auch diese jährlichen Unterschiede sind, o gleichen sie sich doch in einer nicht eben groſsen Reihe on Jahren in der Art aus, daſs die mit der Tiefe zunehmende Wärme deutlich erkannt wird. Hierbei darf übrigens das mittlere Thermometer nicht in Betrachtung kommen, theils weil der Einfluſs der häufigen heiſsen Sommer auf diejenige Schicht, worin es sich befand, zu groſs ist, theils weil sich gerade dieses Instrument am wenigsten zuverlässig zeigte, wiewohl ch mit groſser Wahrscheinlichkeit annehmen zu dürfen glaube, laſs die erste Ursache die allein wirksame war. Die erste Reihe on Beobachtungen giebt im Mittel für das 5,3 Fuſs tiefe Thermometer 8°,87 R., für das 1,8 Fuſs tiefe 8°,80, mit ei-em Unterschiede von 0°,07, wonach die Wärme für 50 Fuſs Tiefe um 1° R. oder für 62 Fuſs Tiefe um 1° C. zunimmt, ie zweite Reihe giebt für 5,5 Fuſs im Mittel 9°,07, für 2,3 uſs 8°,89 R., mit einem Unterschiede von 0°,08 R., was für ° R. 40 Fuſs oder für 1° C. 50 Fuſs folgern läſst, die erste estimmung der Wahrheit am nächsten kommend, wie sich on der gröſseren Genauigkeit der ersteren Reihe von selbst rwarten lieſs. Uebrigens geht aus den gegebenen Zusammen-tellungen genügend hervor, daſs so kleine Tiefenunterschiede um Messen der Wärme im Innern der Erde nicht geeignet ind.

c) Obgleich es schwer hält, bei den groſsen Unterschie-len allgemeine Gesetze aufzufinden, so darf man doch wohl behaupten, daſs die mittlere Bodentemperatur die der Luft un-ter der hiesigen Breite übertrifft. Die von mir mit groſser

Sorgfalt aufgezeichneten Grade eines nach Norden frei l
genden Thermometers geben ein vortreffliches Mittel der
gleichung, wenn die Beobachtungen um 9 Uhr Morgens
Abends hierzu gewählt werden[1]. Mit Berücksichtigung
Umstandes, dafs die Messungen der Bodentemperatur t
mit dem September, theils mit dem Februar und theils
dem October anfangen, ergiebt sich folgende Vergleichung

Jahre	Mittlere Thermometerstände			
	Tiefstes Th.	Mittl. Th.	Höchstes Th.	Th. im Freien
1820 und 1821	8°,21	8°,63	8°,10	7°,24
1821 — 1822	10,75	10,01	9,87	9,08
1822 — 1823	8,62	8,84	8,49	7,34
1823 — 1824	8,39	8,51	8,29	7,31
1824 — 1825	8,42	8,99	9,33	8,29
1826 — 1827	8,99	8,69	8,91	7,94
1827 — 1828	8,80	8,56	8,70	7,88
1829 — 1830	7,88	7,90	7,23	6,17
1830 — 1831	8,79	8,90	8,93	7,99
1831 — 1832	8,68	8,90	8,43	8,09
1832 — 1833	10,10	10,25	10,17	7,68
1833 — 1834	9,84	11,34	8,84	9,20
Mittel aus den ersten sieben Jahren . .	8,88	8,89	8,81	7,87
Allgem. Mittel . .	8,95	9,12	8,77	7,85

Die Beobachtungen um 9 Uhr Morgens und 9 Uhr A
geben die mittlere Temperatur der Luft zu gering a
müssen erst auf die demnächst anzugebende Weise co
werden. Geschieht dieses, so erhalten wir für die beiden
teren Werthe 7,951 und 7,931, noch etwas geringer a
hiesige mittlere, wegen des kalten Jahres 1829. Nehme
als mittlere Bodenwärme diejenige an, welche das ungef
Fufs tief eingesenkte Thermometer zeigte, so übertrifft si
mittlere Lufttemperatur nach den Resultaten der ersten s

---

1 Es sey mir erlaubt hier zu bemerken, dafs der in der m
rologischen Literatur rühmlichst bekannte Dr. Eisenlohr die vo
geführten Witterungsregister von 1819 bis 1836 geordnet und b
net hat, wodurch für die Meteorologie von Heidelberg ein g
Schatz gewonnen worden ist.

Jahre um 0°,86 R. und nach denen aus allen 12 Jahren um 0°,84 R., wobei das nahe Zusammentreffen beider Gröſsen zugleich für die Genauigkeit der Messungen bürgt[1]. Daſs die mittlere Temperatur des Bodens höher sey als die der Luft, behauptete schon MAIRAN[2], welcher annahm, daſs namentlich im Winter die Luft durch den Boden erwärmt werde, ein Resultat, auf welches auch HALES[3] durch seine Versuche geführt wurde.

d) Die Unterschiede der Temperaturen nehmen mit der Tiefe ab, und wenn die erhaltenen Gröſsen für genau gelten können, so läſst sich das Gesetz dieser Abnahme aus ihnen finden, zu welchem Ende ich zuerst die Resultate der Beobachtungen zusammenstelle.

Absoluter Unterschied zwischen dem Maximum und Minimum.

Erste Reihe Beobachtungen.

Jahr	5,3 F.	3,6 F.	1,8 F.
1820	10°,8	12°,7	16°,6
1821	9,6	11,3	17,2
1822	11,4	12,9	18,0
1823	9,8	11,8	16,4
1824	11,6	10,6	19,3
1826	12,0	13,0	18,6
1827	10,9	12,8	18,0
1828	9,8	12,0	18,2
Mittel	10,74	12,14	17,78

Zweite Reihe Beobachtungen.

Jahr	5,5 F.	4 F.	2,3 F.
1829	12°,0	15°,0	21°,5
1830	10,0	12,0	16,0
1831	10,0	10,5	15,5
1832	15,0	17,5	22,5
1833	11,0	13,0	14,0
Mittel	11,60	13,60	17,90

Nach der oben angegebenen Formel von FOURIER und POISSON, wonach

$$\text{Log.}\,\Delta p = a + bp$$

ergiebt sich für die erste Reihe von Beobachtungen

$$\text{Log.}\,\Delta p = 1{,}2499318 - 0{,}04025\,p$$

für die zweite

---

1 Wenn die hier erhaltenen mittleren Werthe mit den oben angegebenen nicht genau übereinstimmen, so liegt die Ursache darin, daſs dort mehrere Monate des Jahres 1828 auf 1829 und 1834 auf aufgenommen worden sind, die hier fehlen.

2 Mem. de l'Acad. 1719 und 1767.

3 Veget. Statics. T. I. p. 61.

$$\text{Log.} \Delta p = 1{,}2528530 - 0{,}03729 p.$$

Nehmen wir unter hiesigen Breiten den Unterschied der Te
peratur zunächst unter der Oberfläche des Erdbodens oder
1 bis 2 Fuſs Tiefe = 17°,8 R. an, so wird im Mittel aus b
den gefundenen Werthen

$$\text{Log.} \Delta p = 1{,}25042 - 0{,}03877 p,$$

welcher Ausdruck für einen verschwindenden Wechsel
Temperatur von 0°,01 R. die Tiefe p = 83,84 Par. Fuſs gi
Die in einzelnen Jahren gefundenen Unterschiede der Gr
des untersten Thermometers, verglichen mit denen des ol
ren, würden zwar diese Tiefe etwas verschieden geben, all
es läſst sich erwarten, daſs durch Vereinigung vieljähri
unter ungleichen Bedingungen gemachter Beobachtungen
Resultat der Wahrheit stets näher gebracht wird. Die Ve
schiedenheit der durch beide Reihen meiner Versuche gefu
denen Coefficienten von p scheint mir auf keinen Fall du
Beobachtungsfehler herbeigeführt worden zu seyn, sondern
augenscheinlich durch die ungleiche Leitungsfähigkeit des Bod
bedingt, sofern lockerer Sand ein besserer Wärmeleiter ist u
zugleich das Wasser der Hydrometeore schneller und tie
in ihn eindringt, wonach also die Unterschiede der Tem
raturen bis zu gröſseren Tiefen hinabreichen.

e) Auf gleiche Weise, als die Unterschiede der Tem
raturen in den einzelnen Jahren verschieden sind, zeigt
diese Ungleichheit auch rücksichtlich der Zeiten, in wel
die Maxima und Minima derselben fallen, was aus dem f
heren oder späteren Eintritte der Sommerhitze und Win
kälte, so wie aus der ungleichen Intensität und Dauer b
der von selbst erklärlich wird. Die einzelnen Tage,
welche die Extreme fallen, sind zwar nicht stets genau
stimmbar, weil die höchsten und tiefsten Thermometerst
zuweilen mehrere Tage unverändert anhalten, zuweilen a
nach zwischenliegenden Aenderungen wiederkehren, im G
zen aber enthalten die folgenden Tabellen mit annähern
Genauigkeit die Maxima und Minima, und zwar die ers
nur für 12 Jahre, weil die Beobachtungen im Jahre 182
im September anfingen und 1835 mit dem Schlusse des M
nats Februar endigten. Die Maxima fallen zuweilen auf
ziemlich weit von einander abstehende Tage, was eine F
eintretender Wärme, dann folgender Regenperiode und w

[k]ehrender Hitze zu seyn scheint; bei den Minimis findet [n]ur eine anhaltende Dauer, aber kein doppelter Eintritt statt.

Perioden des Maximums.

Jahr	Tiefstes Therm.	Mittleres Therm.	Höchstes Therm.	Freies Therm.
1821	3 Sept.	28 Aug.	26 Aug.	23 Aug.
1822	10 Juli u. 28 Aug.	28 Jan. u. 10 Juli	7 Juli	7 Juni
1823	7 Sept.	1 Sept.	31 Aug.	26 Aug.
1824	7 u. 17 Sept.	7 Sept.	14 Juli	12 Aug.
1825	21 Aug.	12 Aug.	18 Juli	18 Juli
1826	30 Aug.	28 Aug.	5 Juli u. 4 Aug.	2 Aug.
1827	14 Aug.	1 Aug.	2 Aug.	30 Juli
1828	12 Juli	8 Juli	6 Juli	5 Juli
1830	14 Aug.	7 Aug.	30 Juli	30 Juli
1831	7 Aug.	1 Aug.	30 Juli	2 Aug.
1832	5 Aug.	13 Juli u. 1 Aug.	15 Juli	14 Juli
1833	5 Juli	7 Juli	7 Juli	11 Juni
1834	17 Aug.	13 Aug.	27 Juli	18 Juli
Mittel	16 Aug.	5,5 Aug.	28 Juli	22,5 Juli

Die Extreme entfernen sich von diesen Mitteln, densel[ben] voraneilend oder dahinter zurückbleibend, bei dem tief[sten] Thermometer um 42 und 31 Tage, bei dem mittleren um [...] und 32 Tage, bei dem höchsten um 22 und 29 Tage und [bei] dem freien um 41 und 35 Tage. Merkwürdig ist hierbei, [daß] nächst dem Thermometer im Freien das tiefste die größ[ten] Abweichungen vom Mittel zeigt und daß sie mit ver[min]derter Tiefe abnehmen.

Perioden des Minimums.

Jahr	Tiefstes Therm.	Mittl. Therm.	Höchstes Therm.	Freies Therm.
1821	21 Febr.	14 Febr.	21 Febr.	2 Januar
1822	1 Febr.	21 Jan.	14 Jan.	8 Januar
1823	10 Febr.	5 Febr.	14 Jan.	23 Januar
1824	4 Febr.	1 Febr.	17 Jan.	9 Januar
1825	1 Febr.	14 Febr.	9 Febr.	7 Febr.
1826	18 Febr.	6 Febr.	1 Febr.	10 Jan.
1827	28 Febr.	23 Febr.	22 Febr.	17 Febr.
1828	24 Febr.	22 Febr.	21 Febr.	17 Febr.
1830	20 Febr.	10 Febr.	6 Febr.	1 Febr.
1831	5 Febr.	3 Febr.	29 Jan.	31 Jan.
1832	5 Febr.	27 Jan.	13 Jan.	5 Jan.
1833	1 Febr.	3 Febr.	23 Jan.	11 Jan.
1834	15 Jan.	11 Jan.	15 Jan.	11 Febr.
1835	7 Febr.	5 Febr.	1 Febr.	7 Jan.
Mittel	8,5 Febr.	4,5 Febr.	30 Jan.	21 Jan.

Die Extreme der Minima entfernen sich weniger von
sen Mitteln, als die der Maxima; die Abweichung be
beim tiefsten Thermometer 24 und 17 Tage, beim mittl
24 und 18 Tage, beim höchsten 16 und 23 Tage, beim fr
19 und 27 Tage. Sowohl bei den Maximis als auch den
nimis sieht man, dafs sie um so viel später eintreten, j
fer die Thermometer eingesenkt sind, wonach sie also
Ganzen durch die Einflüsse der äufsern Temperatur bed
werden. Die Abstände zwischen den Mitteln der Maxima
Minima betragen für den Uebergang der ersteren zu den le
teren beim tiefsten Thermometer 177 Tage, beim mittl
182 Tage, beim höchsten 186 und beim freien 183 Tage,
den Uebergang der letzteren zu den ersteren beim tie
Thermometer 188 Tage, beim mittleren 183, beim höch
179 und beim freien 182 Tage. Bei den unbedeutenden U
terschieden der zusammengehörenden Gröfsen, die bei
mittleren und freien Thermometern gänzlich verschwi
dürfte im Ganzen Fourier's Behauptung der Gleichheit
der durch eine längere Reihe von Beobachtungen Bestätig

len, jedoch ist es wohl möglich, daſs auch das durch Kämtz[1]
undene Resultat, wonach der Uebergang zum Minimum
neller erfolgt, als zum Maximum, das richtige sey.

f) Es könnte befremden, daſs die Maxima und Minima der
ern Thermometer zuweilen früher eintreffen, als die der
ieren; allein dieses läſst sich leicht erklären, sobald man
ücksichtigt, daſs nicht selten auf eine Periode warmer Re-
oder anhaltender hoher Luftwärme, deren Wirkungen bis
tieferen Schichten dringen, nach einer folgenden von ent-
gengesetztem Einflusse, eine neue eintritt, deren Wirkung
ht so tief eindringt, weil sie nur kurze Zeit dauert und
nach nicht die tieferen, wohl aber die höheren Thermo-
ter afficirt. Hierin liegt dann zugleich der Grund, warum
nämlichen absoluten Maxima zuweilen nach bedeutenden
iträumen wieder eintraten. Es läſst sich ferner nicht in Ab-
de stellen, daſs eine Temperaturänderung um so viel schneller
s zu gleichen Tiefen eindringen werde, je gröſser der Un-
erschied ist, den sie herbeiführt, und da die Gröſsen der eintre-
enden Wechsel sehr ungleich sind, indem nach etwas anhal-
ender Kälte eine gröſsere oder geringere Wärme erfolgt oder
mgekehrt, so läſst sich nicht füglich bestimmen, wie lange
eit eine Temperaturveränderung von unbestimmter Intensität
darf, um einen Wärmeunterschied von 1° C. in einer gewissen
efe zu erzeugen. Der durch Quetelet aus dem Verhalten des
Fuſs tief eingesenkten Thermometers entnommene Satz, daſs
Wärme 6 Tage gebraucht, um einen Raum von 1 Fuſs zu
rchdringen, kann daher aus den von mir angegebenen
aximis und Minimis nicht geprüft werden, es war mir in-
ſs auch unmöglich, dieses Gesetz aus den Originalbeobach-
ngen aufzufinden, weil noch folgendes sehr zu beachtende
nderniſs entgegensteht. Man ist geneigt, die Veränderungen
es tieferen Thermometers als lediglich durch den Einfluſs
r höheren Schichten herbeigeführt zu betrachten, wonach
sich also zuerst in den letzteren zeigen müssen, ehe sie in
n ersteren wahrnehmbar werden. Wäre diese Voraussetzung
solut richtig, so würde es leicht seyn, die zum Durchdrin-
n der Wärme durch eine Schicht von gegebener Dicke er-
rderliche Zeit aufzufinden; allein jedes eingesenkte Thermo-

1 Meteorologie. Th. I. S. 126.

meter wird nicht blofs durch die von oben zugeführte oder dahin ausströmende Wärme afficirt, sondern auch durch die der unter ihm befindlichen Schichten, und sein Stand ist daher das Resultat des stets gleichzeitigen Conflictes dieser beiden Ursachen, deren Wirkungen nicht leicht zu trennen und einzeln zu schätzen sind. Diese Sätze sind wohl unbezweifelt richtig, sie verdienen indefs noch eine nähere Betrachtung, um so mehr, als sie mit einer andern, allerdings sehr problematischen Erscheinung zusammenhängen.

g) Da bis jetzt noch keine Beobachtungen bekannt geworden sind, welche eine gleiche Menge von Jahren umfassen, die noch aufserdem einen höchst verschiedenen allgemeinen Charakter der Witterung zeigten, so füge ich um so mehr noch eine Bemerkung hinzu, als ich hoffe, dafs der sie veranlassende wichtige Gegenstand bei künftigen und schon gegenwärtig bestehenden Beobachtungen, wie diese namentlich bereits durch Arago und Quetelet in einem weit gröfseren Mafsstabe angestellt werden, Beachtung finden wird, um die fragliche Folgerung entweder zu bestätigen oder zu widerlegen. Nach den vorliegenden Resultaten läfst sich im Allgemeinen nicht in Abrede stellen, dafs die Erwärmung des Bodens vom Einflusse des Sonnenlichtes, der Hydrometeore und der über den Boden hinstreichenden Luftströmungen abhängt. Die durch die Sonnenstrahlen erzeugte Wärme der oberen, nur etwa bis zwei Zoll Tiefe hinabreichenden Erdkruste, wie sie in der oben §. 40 mitgetheilten Tabelle angegegeben worden ist, schwindet fast augenblicklich, wenn das Sonnenlicht durch eine Wolke oder einen sonstigen beschattenden Gegenstand aufgefangen wird, und verliert sich allmälig beim niedrigen Stande der Sonne und anhaltender Trübung des Himmels, und ebenso wird die durch die beiden andern Ursachen mitgetheilte Wärme nicht blofs durch das Aufhören dieser Einwirkungen wieder verloren, sondern ebendiese erzeugen auch, wenn sie selbst nicht mehr erwärmt sind, im Gegentheil Kälte. Es wird dann allgemein angenommen und geht auch als Endresultat aus den mitgetheilten Messungen hervor, dafs die Zunahme der Wärme von oben herab zu den unteren Schichten übergeht und ebenso die Abnahme zuerst oben anfängt und allmälig auch die tieferen Schichten trifft. Die kürzere oder längere Zeit, welche zwischen den hieraus folgenden beiden

xtremen liegt, hängt dann von der gröfseren oder geringe-
n Leitungsfähigkeit der betreffenden Erdschichten ab. Zu-
eilen ist sehr auffallend wahrnehmbar, dafs die äufsere Tem-
ratur nach bereits eingetretener Verminderung wieder steigt
id hierdurch ein Stillstand oder selbst ein Steigen des nächst-
lgenden Thermometers erzeugt wird. So unverkennbar die-
s Resultat im Ganzen ist, um so merkwürdiger sind einige
älle, in denen eine tiefere Erdschicht für sich selbst von der
Tärme zur Kälte überzugehn schien. Wäre eine Erschei-
ung dieser Art nur einmal vorgekommen, so müfste man die-
s als eine Folge von Beobachtungsfehlern ansehn, wiewohl
imit die genau zutreffenden Endresultate nicht wohl überein-
immen würden, der Umstand aber, dafs ebendieses mehr-
als und nicht blofs bei den hiesigen, sondern auch bei den
chwetzinger Beobachtungen vorgekommen ist, hat meine Auf-
erksamkeit rege gemacht, und scheint mir genügender Grund
u seyn, die Sache nicht unbemerkt vorbeizulassen. Die Fälle,
n denen diese Erscheinung vorkam, sind folgende, wenn ich
owohl die weniger, als auch die mehr auffallenden aufzähle.
)ie drei Thermometer mögen das tiefste A, das mittlere B und
as oberste C heifsen.

1) Am	19ten	Sept. 1820	zeigte	A 13°,0	B 13°,7	C 13°,7
	21sten	—	— —	A 12,9	B 13,3	C 12,2
	23sten	—	— —	A 12,9	B 13,0	C 11,3
2) Am	16ten	Sept. 1821	zeigte	A 13°,1	B 13°,7	C 13°,6
—	17ten	—	— —	A 13,0	B 13,5	C 13,2
—	19ten	—	— —	A 12,9	B 13,3	C 13,0
—	22sten	—	— —	A 12,6	B 13,0	C 12,5
—	25sten	—	— —	A 12,6	B 13,0	C 13,1
—	30sten	—	— —	A 12,4	B 13,0	C 12,2

diesem Falle kam C am 22sten auf seinen tiefsten Stand,
ieg am 23sten wieder auf 12°,9 und fing erst am 27sten an
i fallen, A und B kamen erst am 5ten October beide auf
1°,0.

3) Am	28sten	Aug. 1822 zeigte	A 14°,3	B 15°,1	C 15°,5
—	13ten	Sept. — —	A 14,0	B 14,5	C 14,8
—	25sten	— — —	A 13,5	B 13,7	C 13,6
—	27sten	— — —	A 13,5	B 13,5	C 13,0

In der Zwischenzeit zwischen dem 28sten Aug. bis zum 26s
Sept. stand A unausgesetzt tiefer als B und C.

4) Am 11ten Sept. 1823 zeigte A 13°,5 B 14°,2 C 14°,
— 23sten Sept. — — A 13,0 B 13,3 C 13,

In der Zwischenzeit stand A stets tiefer als B und C.

5) Am 18ten Aug. 1827 zeigte A 14°,1 B 14°,1 C 15°,
— 24sten — — — A 13,9 B 13,9 C 14,

In der Zwischenzeit war A stets 0°,1 tiefer als B und 1°
1°,5 tiefer als C.

6) Am 21sten Aug. 1831 zeigte A 14°,0 B 15°,0 C 16°,
— 7ten Sept. — — A 13,0 B 13,5 C 14,

In der Zwischenzeit stand A stets 0°,5 tiefer als B und 2
fer als C.

7) Am 11ten Aug. 1832 zeigte A 14°,0 B 14°,0 C 15°,
— 13ten — — — A 13,0 B 14,0 C 1
— 31sten — — — A 12,0 B 13,0 C 1
— 7ten Oct. — — A 11,0 B 12,0 C 1

In der Zwischenzeit stand A stets 1° tiefer als B und 2
2°,5 tiefer als C.

8) Am 21sten Juli 1833 zeigte A 18°,0 B 19°,5 C 22°
— 23sten — — — A 17,0 B 18,0 C 20
— 16ten Oct. — — A 12,0 B 14,0 C 14

In der Zwischenzeit stand A stets 1° bis 2°,5 tiefer als B
2° bis 2°,5 tiefer als C.

9) Am 11ten Sept. 1834 zeigte A 16°,0 B 18°,0 C 16°
— 13ten — — — A 15,0 B 17,5 C 16
— 29sten — — — A 14,0 B 17,0 C 14
— 13ten Oct. — — A 12,0 B 15,0 C 13

In der Zwischenzeit stand A stets 2° bis 3° tiefer als B
entweder gleich mit C oder 1° höher.

Man übersieht bald, daſs dieses Ergebniſs nichts so
Auffallendes hat und sich leicht erklären läſst; denn in
Fällen war die Temperatur von A höher als die mittler
unter ihm befindlichen Erdschicht; es muſste daher
Wärme an diese abgeben, als es von derjenigen erhi
welcher sich B befand; inzwischen beweisen diese T
chen doch augenfällig, daſs das Steigen und Fallen eines T
mometers in einer gewissen Tiefe nicht allein und ausschließ

rch das Verhalten der Wärme in der über dieser befindli-
en Erdschicht bedingt wird. Um desto auffallender sind
er folgende Resultate.

1) Am	8. Dec. 1824	zeigte	A 6°,4	B 7°,3	C	8°,0
—	11. — —	—	A 6,0	B 7,0	C	7,9
—	21. — —	—	A 5,0	B 6,7	C	7,2
—	4. Jan. 1825	—	A 4,0	B 5,9	C	1,7
—	7. — —	—	A 3,0	B 5,6	C	1,5
—	30. — —	—	A 2,0	B 4,1	C	—0,1
—	1. Febr. —	—	A 1,8	B 4,0	C	—0,2

wischen dem 8. und 26. Dec. war A stets niedriger als B
nd C, welches letztere am 13. Nov. bis 6°,6 herabging, dann
ieder stieg und schon am 24. Nov. 7°,3 zeigte, als A bis
°,2 herabgegangen war. Da aber die Wärme jenes tieferen
tandes von 6°,6 diejenige übertrifft, auf welche A bald dar-
uf herabging, so können auch keine kalten Hydrometeore
lurch ihr Herabsinken die Temperatur der Erdschicht, worin sich
A befand, vermindert haben, wobei doch immer unbegreiflich
bleiben würde, warum diese nicht zuvor einen Einfluſs auf B
gehabt haben sollten. Erst am 26. Dec. kam C wieder so tief
erab, als A, sank dann tiefer, und blieb in diesem Verhält-
iſs, bis es durch Steigen am 13. Febr. A wieder einholte, in-
em letzteres 2°,5, ersteres aber 3°,0 zeigte; B dagegen stand
eständig höher als A, erreichte am 14. Febr. sein Minimum
it 3°,7, stieg von da an, wurde aber, was nicht minder
erkwürdig ist, von dem gleichfalls steigenden A am 26.
ebr. wieder eingeholt, indem A an diesem Tage 4°,3, B aber
°,1 zeigte, blieb dann hinter A zurück, bis beide am 11.
lärz mit 4°,4 einen gleichen Stand erhielten, worauf B aber-
als hinter A zurückblieb, am 28. März aber bei einem glei-
hen Stande beider von 4°,5 dasselbe wieder einholte und
on da an ihm stets vorauseilte. Diese Monate lang an-
auernde Abnormität ist so auſserordentlich, daſs ich vor der
Hand noch gar keine Erklärung derselben wage und nur wünsche,
aſs andere längere Zeit fortdauernde Beobachtungen auch
n dieser Hinsicht Beachtung finden mögen. Nur noch ein
weiter ähnlicher Fall ist in den Beobachtungsregistern ent-
alten.

2) Am.	17. Nov. 1834	zeigte	A 9°,0	B 11°,0	C 9°,0
—	19. — —	—	A 7,0	B 9,0	C 7,0

Am 13. Dec. 1834 zeigte	A 6,0	B 7,0	C 6,0
— 23. — — —	A 5,0	B 6,0	C 5,0
— 7. Jan. 1835 —	A 5,0	B 5,0	C 3,0

Vom 15. Nov. bis 19. Dec. waren A und C einander gleich, dann aber ging letzteres unter ersteres herab, B aber stand vom 15. bis 27. Nov. um 2°,0, von da an bis 5. Jan. um 1° höher als A, blieb diesem dann gleich und eilte vom 25. Jan. an demselben wieder voraus. Auch in diesem Falle ging A unter die mittlere Bodentemperatur herab und die Wärme konnte ihm also nicht durch tiefere Schichten entzogen werden.

47) Gustav Bischof[1] zu Bonn hat 1835 eine Vorrichtung hergestellt, um das Verhalten der Bodentemperatur zu untersuchen, die von den bisher angewandten merklich abweicht. Es war zu diesem Ende im freien Felde ein ausgemauerter Schacht von 24 Fuſs Tiefe und 3,5 Fuſs Durchmesser abgeteuft worden. In diesen wurden guſseiserne hohle Cylinder in Tiefen von 6, 12, 18 und 24 Fuſs gestellt, mit einem eisernen Deckel luft- und wasserdicht verschlossen. Durch diesen Deckel gingen zwei Bleirohre bis zur Oberfläche der Erde, deren eins bis auf den Boden des Gefäſses herabreichte, das andere aber nur bis zur Oberfläche des Wassers, womit das Gefäſs erfüllt war; der übrige Raum des Schachtes wurde mit Sande ausgefüllt. Hat hiernach das Wasser in den Gefäſsen die Temperatur der Erdschicht, worin das Gefäſs herabgesenkt ist, angenommen, was um so sicherer geschieht, da es von einer Messung bis zur andern, also auf jeden Fall 24 Stunden, darin bleiben kann, so wird vermittelst einer Luftdruckpumpe durch das eine Bleirohr, dessen untere Oeffnung nur bis unter den Deckel des Gefäſses herabgeht, Luft eingepreſst und hierdurch das Wasser des Gefäſses bis zur Oberfläche getrieben, wo seine Temperatur dann gemessen werden kann, indem man ein Thermometer in den ausflieſsenden Wasserstrahl hält. Bischof glaubte, daſs das Wasser bei diesem Auftreiben nicht füglich seine Temperatur durch äuſsere Einflüsse ändern könne, allein wenn das ausgelaufene Wasser jedesmal durch neues, von abweichender Temperatur, ersetzt werden muſs, so kann dieses bei öfterer Wiederholung nicht

1 Poggendorff Ann. XXXV. 220.

hne Einfluſs seyn, und auf jeden Fall können die Beobachungen nicht alle 24 Stunden angestellt werden, weil die beeutende Menge des Wassers die Temperatur nicht leicht und chnell annimmt, den groſsen Zeitaufwand bei dieser Vorrichung nicht zu rechnen. Auſserdem aber zeigte sich bei den ach anhaltender Kälte statt findenden Messungen, daſs das ufgetriebene Wasser die Bleiröhren nicht genügend zu erwärmen vermochte, und bei sonach ungewissen und zweideuigen Resultaten muſste diese Methode ganz aufgegeben werlen, die wegen des groſsen Wärmeleitungsvermögens der bis ur Oberfläche reichenden Bleiröhren im voraus als unzulässig rscheinen konnte. BISCHOF[1] lieſs daher im Februar 1836 lie ganze Vorrichtung wieder herausnehmen, den Schacht aber, vorin sie gestanden hatte, bis etliche 40 Fuſs Tiefe niederenken und ausmauern, dann aber hölzerne Röhren von 36, 30, 24, 18, 12 und 6 Fuſs rhein. Länge und 7 Zoll Seite so einsetzen, daſs sie einander nirgends berührten. In diese Röhren lieſs er mit Wasser gefüllte Bouteillen, die zwischen zwei, durch hölzerne Leisten festgehaltene, Bretchen gestellt waren, bis auf den Grund der genannten Röhren hinab; am oberen Bretchen befand sich ein Bügel von Eisendraht, welcher durch inen Haken an einem Seile leicht gefaſst und so die Bouteille mit ihrem Halter schnell heraufgezogen werden konnte. Zum Abhalten der äuſseren Luft diente ein Embolus von Werg n Leinwand an einer 6 Fuſs langen hölzernen Stange, und uſserdem wurde der Raum über diesem mit Werg ausgefüllt, ann der ganze Schacht wieder mit Erde gefüllt und gegen as Eindringen des meteorischen Wassers durch ein Dach eschützt. Die Flaschen muſsten demnach die Temperatur des odens in der Tiefe, wo sie standen, annehmen, für die Beobchtungen aber wurden sie nach dem Aufziehen der Stopfer chnell heraufgezogen, ein Thermometer in das enthaltene Vasser herabgesenkt und dieses nach einer Minute abelesen.

Diese Methode, zu deren Nachahmung der sehr thätige elehrte auch Andere auffordert, hat den Vortheil, daſs man nit geringeren Schwierigkeiten bis zu gröſseren Tiefen gelan-

---

[1] Die Wärmelehre des Innern unsers Erdkörpers u. s. w. S. 98.

gen kann, allein sie hat auch ihre Mängel. Unter die
steht voran, daſs die gewöhnliche Beschaffenheit des Bod
schon durch das Abteufen und Ausmauern eines Schach
so wie durch das Abhalten des meteorischen Wassers
die ungleich hohe, über den Flaschen befindliche, Luſts
bei weitem mehr geändert wird, als wenn man ein e
Bohrloch macht, ein Thermometer einsenkt und dann
Oeffnung mit derselben Erde wieder ausfüllt. Ein zw
Mangel liegt darin, daſs man nicht oft genug beobachten k
um den eigentlichen Gang der Schwankungen und des W
sels der Temperaturen in verschiedenen Tiefen und den Z
punct genau wahrzunehmen, wann die Veränderungen be
nen. Der gröſsten Schärfe thut es ferner einigen, wenn
nur geringen Abbruch, daſs beim Herausnehmen der Fl
die Röhre geöffnet werden muſs, wobei namentlich in der
ten Jahreszeit sofort ein Strom kalter Luft in dieselbe hin
sinkt, nicht gerechnet, daſs auch die Temperatur des Wa
in der Flasche sich ändert und daher diese an ihren Ort wi
hinabgelassen der Umgebung eine absolut zwar unbedeute
dennoch aber einigen Einfluſs äuſsernde, Menge Wärme
ziehen oder zuführen muſs. Alle diese Hindernisse fallen
eingesenkten Thermometern weg, auch kann man dem stö
den Einflusse der ungleichen Wärme in den oberen Schic
der Erde auf den Flüssigkeitsfaden in der langen Röhre
cher Thermometer leicht begegnen, wenn man nur sehr
Gefäſse an eigentlichen Haarröhrchen dazu wählt. Es
sich leicht ein Cylinder von 1 Zoll Durchmesser und 2
Höhe an ein Haarröhrchen von 0,05 Lin. Durchmesser
schmelzen, wobei der kubische Inhalt der Flüssigkeiten
beiden sich verhält wie $R^2h : r^2H$, also bei einem 24
oder 288 Zoll langen Rohre wie $1 : 0{,}0025$, und da die A
dehnungen den Massen direct proportional sind, so w
$t' = t\,(1 \pm 0{,}0025)$ seyn, wenn t' die corrigirte und t die
messene Temperatur bedeutet, was für 5 Grade erst etwas
als $0^\circ{,}01$ ausmacht und innerhalb der Fehlergrenze l
nicht zu gedenken, daſs man bei solchen Thermometern
Gefäſs immerhin verhältniſsmäſsig noch erweitern kann.
lerdings ist es schwierig, Thermometer von 24 Fuſs Länge
verfertigen, jedoch ist die Aufgabe keineswegs unmöglich,
darf man zum Füllen derselben wegen des zu starken Dru

in Quecksilber wählen, auch scheint mir Weingeist keine
eignete Flüssigkeit zu seyn und ich würde statt dessen Pe-
leum oder Schwefelsäure vorschlagen[1]. Will man aber bis
Fuſs Tiefe herabgehn, so ist die Anwendung der einge-
kten Thermometer unzulässig und das von Bischof vor-
schlagene Verfahren um so geeigneter, je seltener man we-
n der unbedeutenden Aenderung der Temperatur die Mes-
ngen anstellen muſs.

48) Bischof konnte anfangs nur 9 Monate lang ange-
llte Beobachtungen in Rechnung nehmen, wobei er jedoch
e Veränderungen des tiefsten Thermometers durch Schätzung
nähernd bestimmt. Durch Combination der mit allen 4
hermometern erhaltenen Werthe wird dann für rheinische
ſs und Grade der achtzigtheiligen Scale

$$\text{Log. } \Delta p = 1{,}0258387 - 0{,}0415604\, p$$

funden, wonach die jährliche Variation der Temperatur in
3,7 rhein. Fuſs nur noch 0°,1 R. und in 72,8 Fuſs 0°,01 R.
eträgt, mithin die Veränderung der Wärme in einer Tiefe
on 70,3 Par. Fuſs verschwindet. Dieses kommt am nächsten
it der von Quetelet gefundenen Gröſse überein, welcher
ir 0°,01 C. eine Tiefe von 67,8 Par. Fuſs erhielt. Durch
ätere Beobachtungen wurde der ganzjährige Cyclus ergänzt
d somit ergaben sich aus der Gesammtsumme folgende Re-
ltate. Es waren für die Tiefen

	36 F.	30 F.	24 F.	18 F.	12 F.	6 F.
Jährl. Mittel	8°,453	8°,287	8°,137	8°,018	7°,855	7°,795
nterschied des Max. u. Min.	0,65	1,25	2,20	3,90	6,50	9,90

ie Quotienten der Differenzen zwischen dem Maximum und
inimum sind für gleichmäſsig wachsende Tiefen nicht gleich,
ie sie nach der angegebenen und jetzt allgemein angenom-
enen Formel seyn müſsten, sondern sie wachsen, und zwar
scheinend nach einem regelmäſsigen Gesetze. Sie sind, von
Fuſs Tiefe angefangen, folgende:

1,5230; 1,666; 1,772; 1,760; 1,923,

orin bloſs die Beobachtungen in 30 Fuſs Tiefe eine bedeu-
nde Abweichung zeigen. Setzt man dagegen

1 S. *Thermometer*.

$$\Delta_n = \frac{\Delta_1}{e(e+m)(e+2m)\ldots(e+(n-2)m)},$$

worin Δ_1 die jährliche Schwankung oder den Untersch
zwischen dem Maximum und Minimum für 6 Fufs Tiefe,
aber diese Gröfse bei einer $n \times 6$ Fufs grofsen Tiefe bed
tet und $m = 0,1$ ist, so müfsten bei einer gleichmäfsi
Folge jene Quotienten 1,53, 1,63, 1,73, 1,83 und 1,93 s
und man erhielte dann folgende Werthe:

Tiefen	Werth von Δ_n beobachtet	berechnet	Unterschiede
6 Fufs	9°,90	9°,900	0°,000
12 Fufs	6,50	6,470	0,030
18 Fufs	3,90	3,9696	—0,070
24 Fufs	2,20	2,2946	—0,090
30 Fufs	1,25	1,254	—0,004
36 Fufs	0,65	0,65	0,000

Die Unterschiede sind so unbedeutend, dafs sie innerhalb
Fehlergrenze liegen und das Gesetz der Abnahme der Di
renzen der jährlichen Schwankungen für zunehmende Ti
durch diese Beobachtungen als ausgemittelt erscheinen mü
wenn diese, mehrere Jahre hindurch fortgesetzt, stets das
liche Verhalten zeigten. Nach dieser Formel würde in
rhein. Fufs Tiefe die jährliche Differenz nicht mehr
0°,0119 R. betragen, mithin zu verschwinden anfangen;
läfst sich jedoch weder dieses Gesetz, noch auch viel wen
das der Wärmezunahme mit der Tiefe, die hiernach gröfser
würde, als sie an andern Orten gefunden worden ist, aus di
Messungen ermitteln, weil ihre Zeitdauer hierfür zu kur

49) Boussingault[1] hat unsere Kenntnifs der Temp
turen in den Tropenländern America's, und namentlich
dortigen Bodentemperatur, durch eine grofse Reihe von V
suchen ausnehmend erweitert. Hieraus geht das unerwa
Resultat hervor, dafs dort die mittlere Temperatur schon d
das Einsenken eines Thermometers bis zur Tiefe von
einem Fufs gefunden werden kann, indem dann schon
Unterschiede zwischen den Maximis und Minimis oder
täglichen Aenderungen fast gänzlich verschwinden. Zu Z
in 1225 Meter Höhe, wo die mittlere Lufttemperatur

1 Ann. Chim. et Phys. T. LIII. p. 226.

ijährigen Beobachtungen 21°,5 beträgt, erhielt er in 20 bachtungen vom 3. bis 18. Aug. vermittelst eines 8 Zoll eingesenkten Thermometers im Maximum 21°5, im Minimum ,3 C. und aus 16 Beobachtungen vom 18. bis 22. Aug. mittelst eines 1 Fuſs tief eingesenkten 21°,6 und 21°,5 C. Marmato in 1426 Meter Höhe, wo die mittlere Tempera- = 20°,5 ist, schwankte das einen Fuſs tief eingesenkte mometer am 9. und 10. Sept. bei 8 Messungen zwischen ,3 und 20°,5. Zu Anserma Nuevó in 1050 Meter Höhe, nach Caldas die mittlere Temperatur 23°,8 beträgt, nkte das einen Fuſs tief eingesenkte Thermometer während Monate Januar und Februar zwischen 23°,6 und 23°,7. Poracé in 2651 Meter Höhe zeigte das einen Fuſs tief senkte Thermometer in 6 Beobachtungen am 17. und April unverändert 13°,1. Zu Popayan in 1808 Meter e, wo die mittlere Temperatur nach Caldas 18°,7 beträgt, das einen Fuſs tief eingesenkte Thermometer während Tagen unverändert 18°,2 C. Zu Pasto in 2610 Meter e und bei einer mittleren Temperatur von 14°,6 nach das blieb das einen Fuſs tief eingesenkte Thermometer ändert auf 14°,6. Zu Quito in 2914 Meter Höhe, wo mittlere Temperatur nach Hall und Salaza 15°,55 be-, schwankte das einen Fuſs tief eingesenkte Thermometer n Monaten September und October zwischen 15°,4 und 15°,5. ssingault gründet auf diese und andere zwischen dem Grade nördlicher und dem 5. Grade südlicher Breite an-llte Messungen den Schluſs, daſs in der tropischen Zone mein die mittlere Temperatur durch die Beobachtung ei-bis 1 Fuſs tief in den Boden eingesenkten Thermometers den werden könne, weswegen er sich dieses Mittels zu groſsen Menge Bestimmungen in jenen Gegenden be-e. Daſs das aufgefundene Gesetz für jene Länder passe, ich nicht bezweifeln, seine allgemeine Anwendbarkeit auf ganze tropische Zone ist aber auf jeden Fall höchst un-scheinlich, da nicht überall die hierzu erforderliche Be-ung einer geringen Schwankung der Lufttemperatur statt t, wie unten §. 106 gezeigt werden wird.

50) Es giebt noch einige Messungen der Bodentempera-die aber nicht hinlänglich lange fortgesetzt wurden und n auch kein genaues Mittel geben können, mitunter auch

nicht vollständig genug beschrieben worden sind, um g
gende Resultate aus ihnen abzuleiten, weswegen sie hier
kurz berührt werden mögen. Unter die bedeutendsten g
ren diejenigen, welche THOMAS BRISBANE[1] zu Sidney
Neu-Süd-Wallis unter 34° S. B. und 151°,5 östl. L. vo
bei einem tiefen, meistens 50 F. Wasser haltenden, Bru
anstellte, dessen gesammte Tiefe 84 Fuſs betrug. Die R
tate schwebten zwischen 17°,5 und 18° C. und gaben
Mittel die dortige Bodentemperatur = 17°,75 C. An
Messungen gaben für Paramatta unter 33°,8 S. B. nur 1
C., welchen Unterschied er davon ableitet, daſs am letz
Orte die Tiefe nur 14 Fuſs betrug, allein bekanntlich
der angegebene Unterschied der Tiefe die gefundene Diffe
nicht erzeugen, und es zeigt sich also auch dort eine in einz
Jahren verschiedene Bodentemperatur, wenn wir die Mes
gen als genau annehmen. Eine andere Reihe von Messun
welche eben dieser eifrige Forscher SIR THOMAS BRISB
zu Paramatta anstellte, scheinen auf einen hohen Grad
Genauigkeit gerechte Ansprüche zu machen. Es wurden
cher in die Erde gebohrt und dann die Temperatur des
darin sammelnden Wassers gemessen. Bei 24 engl. Fuſs
fand man die Temperatur des Bodens 17° C. und gleichzeiti
der Luft 16°,5, bei 20 Fuſs Tiefe die des Wassers 16°,3
die der Luft 16°,11, bei 12 Fuſs Tiefe beide 15°,75 C.,
nach man die mittlere Temperatur beider etwa 16°,5 an
men kann, jedoch scheint die Bodentemperatur um eine
nigkeit höher zu seyn.

51) Messungen der Bodentemperatur durch die W
des Wassers tiefer Brunnen scheinen mir sehr unsiche
seyn, wenigstens ist es mir nicht gelungen, bei einem hie
bedeckten und mit einer Pumpe versehenen von 43 Par.
Tiefe zu einem genügenden Resultate zu gelangen, und ich g
die Ursache hiervon in dem Umstande zu finden, daſs die
Luft in die selten hinlänglich fest verschlossenen Brun
schachte herabsinkt, das heraufgepumpte Wasser aber, s
wenn man einen beträchtlichen Theil desselben vorher au
fen läſst, dennoch eine zu groſse Aenderung seiner W

1 Edinb. Journ. of Science N. XII. p. 326.
2 Edinb. Phil. Journ. N. XX. p. 221.

durch den Einfluss der Steig- und Ausflussröhren erleidet. Dennoch kommen die oben erwähnten, durch Sir Thomas Brisbane gefundenen Grössen der Wahrheit sehr nahe, und nicht weniger scheint dieses bei denjenigen der Fall zu seyn, welche Wadwell[1] zu Leith unter 55° 58′ N. B. 3° 10′ W. von Gr. aus alle acht Tage wiederkehrenden Messungen in einem tiefen Pumpbrunnen erhielt. Er fand die mittlere Temperatur des Wassers in demselben 8°,5 C., zu Edinburg in einer Höhe von 230 engl. Fuss 8°,37, wobei der durch die Höhe bedingte Unterschied mit anderweitigen Bestimmungen sehr nahe übereinstimmt. Unter die vorzüglichsten Messungen dieser Art gehören ferner die durch Herrenschneider[2] zu Strassburg angestellten. Das Wasser in einem 15 Fuss tiefen Brunnen gab für 1821 die mittlere Temperatur = 9°,01 C., für 1822 = 9°,94, für 1823 = 9°,34, woraus die grosse Hitze des Jahrs 1822 ersichtlich wird. Die Unterschiede der Maxima und Minima der monatlichen Mittel betragen für die drei Jahre 5°,63, 4°,06 und 5°,00, wovon das Mittel = 4°,9 C. ist. Die mittlere Lufttemperatur zu Strassburg unter 48° 35′ N. B. ist 9°,7, welche das Mittel der Bodentemperatur = 9°,43 um 0°,37 übertrifft, der mittlere Unterschied der grössten und geringsten Lufttemperatur beträgt 19°,0 C. Nehmen wir an, dass dieser Unterschied der oberen Erdkruste zugehört, so giebt die oben angegebene Formel:

$$\text{Log. } \Delta p = 1{,}2787536 - 0{,}0392371\, p.$$

Sucht man hiernach die Tiefe für einen jährlichen Wechsel von 0°,01 C., so erhält man 83,57 Par. Fuss, von der aus anderen Beobachtungen oben für 0°,01 R. gefundenen Bestimmung = 83,84 Par. Fuss nur unmerklich abweichend. Welches Vertrauen Hagelstam's[3] Bestimmungen der mittleren Bodentemperatur einiger Puncte an Norwegens Küste verdienen, vermag ich nicht zu beurtheilen, da ich die Art der Messung nicht angegeben finde. Hiernach ist dieselbe zu

---

1 Edinb. Phil. Journal N. VIII. p. 439.

2 Poggendorff Ann. XXXII. 277. Vermuthlich liegen Messungen der Temperatur des Wassers in diesem Brunnen den oben §. 85. mitgetheilten Angaben von Quetelet und Rudberg zum Grunde.

3 Edinb. New Phil. Journ. N. X. p. 306. Hertha, Zeitschrift für Erd-, Völker- und Staatenkunde, Th. XIII. S. 312.

Wadsoë in Ostfinnmarken unter 70° 15′ N. B. = 1°,5 C.; Altengaard in Finnmarken unter 69° 50′ N. B. = 2°,0 C. Drontheim unter 63° 26′ N. B. = 4°,44; zu Lyster in l gen-Amt unter 61° 30′ N. B. 6°,0; zu Laurvig unter N. B. = 7°,5; zu Christiania unter 59° 55′ N. B. = 7 wobei zugleich die von Paris unter 48° 50′ N. B. = 1 angegeben wird.

52) Sehr schätzbare Bestimmungen verdanken wir in neueren Zeit einigen Gelehrten, welche hierzu ein sehr zw mäſsiges Verfahren anwandten, indem sie Bohrlöcher bis einer solchen Tiefe herabsenken lieſsen, worin die jährli Veränderungen unmerklich werden und also die sofort vor dem Eindringen der äuſseren Luft in dieselben heral lassenen Thermometer die mittlere Bodentemperatur nahe nau und ohne den Einfluſs der mit der Tiefe zunehmen Wärme angeben. Dieses geschah namentlich durch A. MAN[1] in Sibirien, und er fand auf diese Weise zu Tob unter 59° N. B. = 2°,25 C., zu Beresow unter 58°,5 N = 2°,0 C. und zu Obdorsk unter 66°,5 N. B. = — 2°,0 Dieses letztere Resultat ist sehr auffallend und zeigt, da jenen Gegenden der Boden stets gefroren ist, was durch dere merkwürdige Erfahrungen bestätigt wird. Schon Gm erzählt, daſs ein Einwohner zu Jakuzk unter 62° N. B Anfange des vorigen Jahrhunderts mit einigen Jakuten einen zu grabenden Brunnen einen Contract abgeschlo habe, den diese aber nicht erfüllen wollten, als sie in 90 Tiefe noch stets in gefrorner Erde arbeiteten. Während Anwesenheit ERMAN's zu Irkuzk im Jahre 1829 lieſs Kaufmann gleichfalls einen Brunnen graben, aber die Arb befanden sich bei 30 Fuſs Tiefe noch stets im Eise, w HANSTEEN[2] bemerkt, daſs dieses Resultat mit der anger menen Wärmezunahme in der Tiefe nicht wohl übereins me. Auch L. v. BUCH[3] zieht in Zweifel, daſs der ti Boden da stets gefroren seyn könne, wo sich noch Veget

---

1 Dessen Reise Th. I. S. 473, 601 u. 603. Demnach ist die mittlere Temperatur der Luft um 4°,75 C. geringer, als die Bodens.

2 Poggendorff Ann. XXVIII. 584.

3 Poggendorff Ann. XX. 405.

gt, allein KÄMTZ bemerkt, dafs auch PALLAS[1] an einigen en Sibiriens den Boden das ganze Jahr hindurch gefroren d, auch erzählt COCHRANE[2], dafs die Bäume an der Münig der Kolyma wegen des tiefer gefrorenen Bodens nur 20 l tiefe Wurzeln treiben. Mit der Bohrung zu Irkuzk ist erdefs fortgefahren worden und man hat eine Tiefe von 90 Fufs eicht, ohne dafs jedoch das Eis aufhört, dennoch aber steigt Temperatur mit der Tiefe, denn sie beträgt oben — 7°,5 C., en aber nur — 1°,25, wonach zu erwarten steht, dafs man d den aufgethaueten Boden erreichen wird[3], ohne dafs sich och hoffen läfst, eine perennirende Quelle zu finden. In rdamerica fand FRANKLIN[4] am 16. Aug. unter 70° 24' N. B. l 149° W. L. den Boden in 16 Z. Tiefe gefroren, RIARDSON aber im Juli unter 71° 12' N. B. und 129° 21' . L. in 3 F. Tiefe.

53) G. BISCHOF[5] wendet ein dem bereits beschriebenen mliches Verfahren an, um die Bodenwärme auszumitteln, elches wegen seiner Einfachheit Nachahmung verdient, da genauere und leichter zu erhaltende Resultate gewährt, als ejenigen, die aus der Wärme der Quellen entnommen wern, indem diese letzteren entweder leicht die höhere Wärme ferer Erdschichten angeben, oder, wenn sie unter die sehr ränderlichen gehören, eine zu grofse Zahl in kurzen Zeitmen wiederholter Messungen erfordern. In ein 4 Fufs tie- ausgegrabenes Loch wird ein hölzerner Kasten gestellt,

1 Reisen Th. III. S. 22.

2 Fufsreise S. 117.

3 Froriep Notizen 1837. N. 80. Die Bestimmung, dafs die Wäram oberen Ende des Brunnenschachtes — 7°,5 betrage, scheint der mittleren Temperatur des Ortes entnommen zu seyn; eine geere Bestimmung haben wir aber von ERMAN, welcher bei seiner wesenheit zu Jakuzk im Frühjahr 1829 in dem frisch ausgegrabenen hachte 50 Fufs unter der Oberfläche die Wärme mittelst eines einenkten Thermometers mafs und nie höher als — 7°,5 C. fand. enn man also für die Tiefe von 50 Fufs nur 0°,5 C. Wärmezunah- annehmen wollte, so würde die mittlere Bodenwärme dort — 8° C. tragen, mithin geringer seyn, als die mittlere der Luft. Das letzte Resultat scheint mir sehr wahrscheinlich zu seyn. S. A. ERMAN ise um die Erde. Erste Abth. Th. II. S. 251.

4 FRANKLIN's zweite Reise S. 187 u. 241.

5 Die Wärmelehre des Innern unsers Erdkörpers u. s. w. S. 215.

welcher bis auf den Boden reicht und so weit ist, dafs ei
zwischen zwei Bretchen, einem unteren und einem obere
befestigte gewöhnliche Bouteille mit Wasser darin hinabgela
sen werden kann. Am oberen Bretchen befindet sich e
bis zur Oeffnung des Kastens reichender Draht, vermitte
dessen die Flasche schnell herausgenommen wird, um d
Temperatur des enthaltenen Wassers mit einem Thermome
zu messen. Der Raum um den Kasten wird wieder mit Er
ausgefüllt, der obere Theil des Kastens aber mit Werg ve
stopft und mit Steinen bedeckt, um den Zutritt der Luft u
äufsere Beschädigungen abzuhalten. Bei der angegeben
Tiefe erhält man unter mittleren Breiten und in nicht zu g
fsen Höhen über der Meeresfläche, wo die Kälte das Was
der Flasche im Winter nicht gefrieren macht, durch einmal
monatliche Beobachtungen schon einen hinlänglich genäher
mittleren Werth der Bodentemperatur.

54) Vor allen Dingen verdient aber ein Umstand no
erörtert zu werden, welcher für die ganze Aufgabe von h
ster Wichtigkeit ist. Bischof ist der Meinung, die Bod
temperatur sey überall von der Lufttemperatur der Orte ni
verschieden, und wenn man die erstere gröfser gefunden h
als die letztere, so sey dieses eine Folge der unrichtigen B
stimmung derselben aus der Temperatur der Quellen. W
dieser Satz begründet, so würde damit der Unterschied zw
schen den isothermischen und den isogeothermischen Lin
verschwinden oder vielmehr müfsten die letzteren ganz w
fallen. Wirklich fand Bischof zu Bonn die Temperatur
Luft und die des Bodens in 4 Fufs Tiefe ganz gleich, Q
telet aber zu Brüssel die mittlere Wärme der Luft h
als die der oberen Erdkruste, und beide wurden erst bei
nem 3,08 Par. F. eingesenkten Thermometer einander gle
statt dafs nach meinen Beobachtungen die Bodentempera
die man etwa in 2 Fufs Tiefe unter der Oberfläche set
kann, um etwa 0°,8 R. höher ist, als die der Luft. Die U
sache dieser Abweichung liegt darin, dafs zu Bonn und Br
sel die Messungen an einem stets beschatteten Orte vorgen
men wurden, was vom natürlichen Verhalten abweicht, da
Allgemeinen von dem erwärmten Boden im gewöhnlichen Z
stande kaum der hundertste Theil stets beschattet ist.
Messung der Wärme des Quellwassers mag daher allerdi

eine Menge unrichtiger Bestimmungen herbeigeführt ha-
allein dessenungeachtet ist wohl nicht zu leugnen, dafs
Bodenwärme in der äquatorischen Zone gleich oder etwas
ger sey, als die Lufttemperatur, vom 45. Grade an wird
die erstere mit zunehmenden Breiten höher, und der Un-
ied wächst theils allgemein mit der Polhöhe, theils in
n Gegenden, z. B. in Norwegen, nicht unbeträchtlich.
Die Aufgabe, die Bodentemperatur an den verschiede-
Orten der Erde zu bestimmen, ist am vollständigsten und
lichsten zuerst durch KUPFFER[1] bearbeitet und durch
zugleich der sehr bezeichnende Ausdruck der *Isogeothermen*
führt worden, welche man erhält, wenn man diejenigen Puncte
Erde, wo die Temperatur des Bodens gleich ist, durch
verbindet. Zur Bestimmung derselben hat man fast
schliefslich die aufgefundene Quellentemperatur benutzt, wel-
Mittel jedoch, wie oben bereits gezeigt wurde, keines-
absolute Genauigkeit gewährt, weswegen sehr zu wün-
ist, dafs die Bodentemperatur an möglichst vielen Orten
eingesenkte Thermometer oder durch Hülfe hinlänglich
gegen den Einflufs der Quellen gesicherter, Bohrlöcher
funden werden möge. KUPFFER hat die bereits bekann-
Bestimmungen noch um einige nicht unwichtige vermehrt.
findet er für Kasan unter 55° 44′ N. B. und von 270
Meereshöhe aus zwei Quellen die mittlere Bodenwärme
,25 C., während die der Luft nur 2°,5 C. beträgt, für
Slatoustejewa unter 54° 30′ N. B. 62° 20′ östl. L. von Gr.
00 Fufs Meereshöhe aus einer Wassersammlung in 25
Tiefe 4°,38 C. Wenn man nun annimmt, dafs die
für 300 Meter über der Meeresfläche um 1° C. ab-
, für 25 Meter Tiefe aber um ebenso viel wächst, so läfst
die angegebene Bestimmung für sehr nahe genau halten. Für
lowsk unter 60° N. B. 62° 20′ östl. Länge und 600
Meereshöhe berechnet er aus der Wärme der Gruben-
r die mittlere Temperatur 1°,87 C., auf gleiche Weise
Nischnei-Tagilsk unter 58° N. B. und 600 Fufs Höhe
2°,84 C., für Werchoturie unter 59° N. B. und von glei-
Meereshöhe = 2°,4 C. und für Perm unter 60° N. B.
etwa 200 Meter Höhe nach ERMAN's Messungen 2° C.

1 Poggendorff Ann. XV. 159. Edinb. Journ. of Science. N. S. N.
251.

56) Da die Bodenwärme, so wie die Temperatur der Luft, hauptsächlich durch den Einfluſs der Sonnenstrahlen bedingt wird, so muſs sie gleichfalls unter höheren Breiten abnehmen, wie die Quadrate der Sinus der Polhöhen wachsen[1]. Heiſst also φ die geographische Breite und $t\varphi$ die derselben zugehörige mittlere Temperatur der Bodenwärme, so hat man allgemein zur Bestimmung der Isogeothermen nach Kupffer den Ausdruck:

$$t\varphi = a - b \operatorname{Sin.}^2 \varphi$$

oder nach Kämtz

$$t\varphi = a + b \operatorname{Cos.}^2 \varphi,$$

worin die Constanten a und b durch Beobachtungen aufzufinden sind. Beide Gelehrte, unter denen Kupffer[2] seine Untersuchungen zuerst bekannt machte, die demnächst durch Kämtz[3] benutzt wurden, sind der Meinung, daſs die Wärmeabnahme unter verschiedenen Meridianen ungleichen Gesetzen folgt, was auch nothwendig aus Brewster's Auffindung zweier Kältepole hervorgeht. Dieser für die Temperatur der Erde höchst wichtige Satz hat eine unwiderlegliche Bestätigung durch die von mir[4] hervorgehobene Thatsache erhalten, daſs in einer Strecke, welche von Kamtschatka aus neben dem Nordpole vorbei mit einem Arme nach Norwegen, mit einem zweiten nach den Shetländischen Inseln hinläuft, die Temperatur des Bodens ungleich höher ist, als sie den Breiten gemäſs seyn sollte, wovon die Ursache nicht wohl eine andere seyn kann, als daſs daselbst nach Cordier's[5] sehr wahrscheinlicher Hypothese die bereits reducirte äuſsere Erdkruste noch ungleich dünner und daher von ihrer ursprünglichen Hitze weniger abgekühlt ist. Hieraus wird dann auch die bereits[6] erwähnte ungewöhnlich hohe Bodentemperatur in Norwegen, Lappland und Finnland erklärlich. Wäre diese Linie der gröſsten Bodenwärme durch genügende Messungen

---

1 Vergl. *Erde*. Bd. III. S. 993.

2 Poggendorff Ann. XV. 176.

3 Meteorologie. Th. II. S. 204.

4 S. Art. *Meer*. Bd. VI. Abth. 3. S. 1684. Eine ausführlichere Abhandlung hierüber habe ich 1836 zu Jena in der physikalischen Section vorgelesen.

5 Biblioth. univers. T. XXXVII. p. 102.

6 S. Art. *Erde*. Bd. III. S. 999.

ıau bestimmt, und kennten wir auf gleiche Weise die Li-
n der geringsten Bodentemperatur, welche ohne Zweifel
ı zwei Kältepolen aus zum Aequator laufen, so liefsen sich
emeine Ausdrücke für die Bodentemperatur unter den ver-
ıedenen Breitengraden auffinden, in denen nicht blofs die
de der Breite, sondern auch die Abstände von diesen
ıptlinien enthalten seyn müfsten. Da hierzu jedoch die
mente fehlen, so müssen wir uns vor der Hand mit den-
gen annähernden Resultaten begnügen, die sich auf die bis
t bekannten Thatsachen stützen.

57) Kupffer hat die Bodentemperatur für vier Meridiane,
Länge vom Pariser Meridiane an gemessen, unter allge-
ne Ausdrücke gebracht, wobei die berechneten Werthe
den beobachteten sehr gut übereinstimmen. Nach der
ch Kämtz vorgenommenen Reduction auf Centesimalgrade
let er für den Meridian von 0° aus den Messungen zu Pa-
und Edinburg

$$t\varphi = 26^0{,}63 - 26^0{,}12 \operatorname{Sin.}^2 \varphi,$$

den zweiten Meridian von 20° östl. L. aus Messungen zu
iro und Upsala

$$t\varphi = 30^0{,}5 - 32^0{,}0 \operatorname{Sin.}^2 \varphi,$$

den dritten Meridian von 60° östl. Länge aus Messungen
Kisnekejewa und Bogoslowsk

$$t\varphi = 28^0{,}63 - 34^0{,}38 \operatorname{Sin.}^2 \varphi$$

für den vierten Meridian von 80° westl. Länge aus Mes-
gen auf Jamaica und zu Philadelphia

$$t\varphi = 30^0{,}0 - 42^0{,}13 \operatorname{Sin.}^2 \varphi.$$

diesen Gleichungen folgen die Temperaturen des Aequa-
und des Poles:

Erster Meridian	Aequator 26°,63	Pol	0°,51
Zweiter Meridian	 30,50	..	— 1,50
Dritter Meridian	 28,63	..	— 4,25
Vierter Meridian	 30,00	..	— 12,13

ıe Zweifel entfernt sich die Bodentemperatur unter dem
dpole nicht weit von der ersten Bestimmung, da die oben
gebene Linie der gröfsten Erdwärme nicht weit vom Pole
ulaufen scheint, die andern Bestimmungen aber zeigen
tbar den Einflufs der beiden Kältepole. Diese letzteren
ursachen auch eine ungleiche Temperatur des Aequators,
en gröfste Wärme in das Innere Africa's fällt, während

sein kältester Punct vermuthlich dem 80. Grade westlicher und dem 60. Grade östl. Länge zugehört, oder, wenn wir die muthmafsliche Lage der Kältepole und das nicht zweifelhafte Verhältnifs zwischen dem magnetischen und thermischen Verhalten der Erdrinde berücksichtigen, können wir die gröfste Bodenwärme dahin setzen, wo die isodynamischen Linien[1] sich am stärksten nach den Polen hin biegen, also etwa unter den 22. und unter den 175. Grad östl. Länge von Gr., die geringste Bodenwärme aber dahin, wo ebendiese Linien ihre stärkste Krümmung gegen den Aequator haben, also in die Meridiane 90° westlicher und 95° östl. Länge. Dafs die Linien der gröfsten Kälte nicht genau in die Mitte zwischen die beiden Linien der gröfsten Wärme fallen, erklärt sich leicht aus der Configuration der nördlichen Halbkugel, weil der tellurische Magnetismus, sobald wir ihn als Thermomagnetismus betrachten, vorzüglich durch das Land, weit weniger durch das Meer bedingt wird. Die hierüber neuerdings aufgestellten Hypothesen stehen mit einander in so innigem Zusammenhange und erhalten durch die Resultate der neuesten Forschungen eine so überraschende Bestätigung, dafs sie dadurch ausnehmend an Wahrscheinlichkeit gewinnen.

58) Kämtz[2] hat dieses Problem gleichfalls ausführlich behandelt, und ich theile um so lieber eine Uebersicht der von ihm gefundenen Resultate mit, als mir nicht hinlängliches neues Material zu Gebote steht, um eine eigene Bearbeitung nur zu versuchen. Auch hierbei liegt meistens die aus Quellen gefundene Bodentemperatur zum Grunde, obgleich Kämtz die Unsicherheit der hieraus entnommenen Bestimmungen, den oben angegebenen Gründen gemäfs, keineswegs verkennt. Um den Einflufs der Höhe zu corrigiren, nimmt er für 150 Toisen Erhebung eine Verminderung von 1° C. an, statt dafs Kupffer diese Gröfse nur nahe auf 100 Toisen setzt. Für die Westküste des alten Continents findet Kämtz nach Messungen von 15° bis 55° N. B. den allgemeinen Ausdruck

$$t\varphi = 0°,795 + 24°,649 \text{ Cos.}^2 \varphi.$$

Für den weiteren Verfolg dieser Linie vom 54. bis 70. Grade N. B. findet er den Ausdruck

1 Vergl. Bd. VIII. Charte II.

2 Meteorologie. Th. II. S. 204 ff.

$$t\varphi = -0{,}754 + 28^{0}{,}933 \text{ Cos.}^{2}\,\varphi.$$

Hiernach ist die Temperatur des Aequators $25^{0},44$ und die des Nordpols $0^{0},75$ und es fallen die

Isogeotherme	von	25⁰	in	8⁰	9′	N. B.
—	—	—	20	-	28	6	—
—	—	—	15	-	40	37	—
—	—	—	10	-	52	16	—
—	—	—	5	-	63	31	—
—	—	—	0	-	80	43	—

Für einen östlichern Meridian im Innern von Africa geben Messungen zu Germa, Cairo und Palermo

$$t\varphi = -6{,}939 + 37^{0}{,}875 \text{ Cos.}^{2}\,\varphi.$$

Hiernach fallen die

Isogeotherme	von	30⁰,94	in	0⁰	0′	N. B.
—	—	—	25,00	-	23	19	—
—	—	—	20,00	-	32	30	—
—	—	—	15,00	-	40	26	—

Aus Messungen zu Palermo, Rom und Pavia ergiebt sich die Formel

$$t\varphi = -4^{0}{,}103 + 31^{0}{,}757 \text{ Cos.}^{2}\,\varphi,$$

wonach die Isogeotherme von 15^{0} unter 39^{0} 9′ N. B. fällt, also aus beiden Bestimmungen im Mittel in 39^{0} 48′ N. B. Für Deutschland werden Beobachtungen von Pavia unter 45^{0} 11′ bis Upsala unter 59^{0} 51′ N. B. genommen, aus denen die Gleichung

$$t\varphi = 1^{0}{,}644 + 20^{0}{,}891 \text{ Cos.}^{2}\,\varphi$$

hervorgeht. Zahlreiche Messungen von Potsdam unter 52^{0} 16′ bis Wadsöe unter 70^{0} 15′ N. B. geben

$$t\varphi = -1^{0}{,}907 + 32^{0}{,}665 \text{ Cos.}^{2}\,\varphi.$$

Hiernach liegt die

Isogeotherme	von	10⁰	unter	52⁰	54′	N. B.
—	—	—	5	—	62	37	—
—	—	—	0	—	76	11	—

und die Temperatur des Poles $= -1^{0},91$. Der erste Ausdruck giebt für die mittlere Bodenwärme hier in Heidelberg unter 49^{0} 25′ N. B. $10^{0},486$ C., der zweite $11^{0},917$. Die aus Beobachtungen gefundene Bodentemperatur in 5,5 Fufs Tiefe beträgt $8^{0},95$, in 2 Fufs Tiefe $8^{0},77$ R. im Mittel $8^{0},86$ R. oder $11^{0},07$ C. Diese Bestimmung mit jener ersten Gröfse verglichen giebt einen Unterschied $= +0^{0},584$, mit der

zweiten = — 0°,847, mit dem Mittel aus beiden = — 0°,1[illegible] also sehr unbedeutend abweichend, was für die Genauigk[illegible] jener Formeln entscheidet. Für den 40. Grad östl. Länge [illegible]ben Beobachtungen, die jedoch nur auf einen Meridianbo[illegible] von 43° 45′ bis 55° 45′ reichen, die Gleichung

$$t\varphi = - 2°,965 + 32°,593 \, \mathrm{Cos.}^2 \varphi$$

und für den 62. Grad östl. Länge solche, die von Kisnekeje[illegible] unter 55° 30′ bis Bogoslowsk unter 6° N. B. reichen,

$$t\varphi = - 4°,420 + 28°,692 \, \mathrm{Cos.}^2 \varphi.$$

Unter dem Meridiane von etwa 75° östl. Länge rücken [illegible] Isogeothermen höher hinauf, wenn die Messungen Ledebou[r] am Altai unter 50° 30′ N. B., die in Darwar unter 11° und in Khatmandu unter 28° N. B. zum Grunde gelegt w[er]den, denn diese geben

$$t\varphi = - 4°,167 + 32°,964 \, \mathrm{Cos.}^2 \varphi.$$

Es fallen hiernach

	für 62° östl. L.	für 75° östl. L.
Isogeotherme von 25°		in 18° 18′ N. B.
— — — 20		- 30 11 —
— — — 15	in 34° 39′	- 39 39 —
— — — 10	- 44 51	- 48 32 —
— — — 5	- 55 3	- 57 47 —
— — — 0	- 66 53	- 68 53 —

Die Temperatur des Aequators ist hiernach 28°,19. Für [die] Ostküste America's benutzt Kämtz die Messungen zu Cum[ana], Kingston, Havannah, Charlestown, Philadelphia, New [York], Cambridge, Albany und Lowville und findet hieraus [die] Formel

$$t\varphi = - 9°,226 + 36,920 \, \mathrm{Cos.}^2 \varphi.$$

Hiernach ist die Wärme des Aequators = 27°,69 un[d] fällt die

Isogeotherme von 25°	in 15° 39′ N. B.
— — — 20	- 27 9 —
— — — 15	- 35 54 —
— — — 10	- 43 48 —
— — — 5	- 51 37 —
— — — 0	- 60 0 —

Für den mittleren Theil von Nordamerica werden nur Messungen zu Maypures, Natchez und Cincinnati ben[utzt], welche den Ausdruck

$t\varphi = -8^{\circ},989 + 37^{\circ},052 \,\mathrm{Cos.}^2 \varphi$

:n. Hiernach ist die Temperatur des Aequators = 28°,06 es fallen die

Isogeotherme	von		25°	in	16°	43′	N. B.
—	—	—	20	-	27	48	—
—	—	—	15	-	36	25	—
—	—	—	10	-	44	17	—
—	—	—	5	-	52	6	—
—	—	—	0	-	60	30	—

59) Ueberblickt man die hier mitgetheilten Thatsachen, so ebt sich daraus unverkennbar, daſs eine den Graden der ite proportionale, überall gleichmäſsig abnehmende und blofs durch den Einfluſs der Sonnenstrahlen erzeugte breitung der Wärme auf der Erde nicht statt finde. Eine leiche Wärmestrahlung von der Erde gegen den Himmels-m, wodurch nach der herrschenden Ansicht der Physiker durch die Sonnenstrahlen erzeugte Wärme wieder entfernt rden soll, wird man anzunehmen nicht geneigt seyn, ob-eich diese Hypothese nicht widerlegt werden könnte, da ch zur Zeit nicht festgesetzt ist, wodurch jene Strahlung dingt werde. Wir müssen daher annehmen, daſs die oben reits angegebene ungleiche Abkühlung der Erdkruste der haupt-hlichste Grund der verschiedenen Bodentemperatur sey, serdem aber geht aus vielen Erfahrungen genügend hervor, s auch die ungleiche Wärme der Hydrometeore, jenachdem Wasserdämpfe aus wärmeren oder kälteren Gegenden her-geführt werden, einen bedeutenden Einfluſs ausüben, vor n Dingen aber die Luftströmungen, die als kalt und trocken vorhandene Wärme unmittelbar und durch Verdunstung ziehn, oder als warm und feucht eine entgegengesetzte Wir-g haben. Anderson[1] bemerkt in dieser Hinsicht sehr htig, daſs die Wärme der Erdoberfläche, namentlich bei cht, von der Feuchtigkeit der Luft abhänge, denn wenn e Temperatur unter den Condensationspunct des atmosphä-chen Wasserdampfes herabsinkt, so wird dieser niederge-lagen und giebt Wärme ab. Bis zu welcher Grenze aber e für die verschiedenen Meridiane angegebenen ungleichen odentemperaturen genau sind, läſst sich schwer entscheiden,

---

1 Edinb. Phil. Journ. N. XI. p. 161.

da einigen Bestimmungen nur wenige und obendrein nich
ganz zuverlässige Messungen zum Grunde liegen, so dafs fort
gesetzte Untersuchungen noch vielfache Berichtigungen erwar
ten lassen. Als gewifs läfst sich wohl annehmen, dafs sie i
Ganzen der Wahrheit mindestens sehr nahe kommen, ob
gleich einige unverkennbare Anomalieen statt finden, d
durch örtliche Modificationen der allgemeinen Ursachen erzeu
werden.

60) Die *Isogeothermen* oder diejenigen Linien, welch
die Orte gleicher Bodentemperatur verbinden, sind ein vor
treffliches Hülfsmittel, die Resultate der bisherigen Forschun
gen übersichtlich darzustellen, und obgleich nicht alle einzel
nen Abweichungen durch sie ausgedrückt werden können, s
sagt doch Kämtz sehr richtig, dafs hierin ebensowenig e
Argument gegen diese Art der Darstellung liege, als wen
man keine Landcharten zeichnen wollte, weil man nicht ver
mag, jede einzelne Krümmung der Grenzen darin aufzuneh
men. Der Anblick der Isogeothermen gewinnt aber ausne
mend, wenn sie mit den Isothermen vereint die Abweichun
gen beider zugleich angeben. Auf diese Weise sind sie dur
punctirte Linien so dargestellt worden, wie sie Kämtz na
den ihm zu Gebote stehenden Thatsachen gezeichnet hat[1].

C. Temperatur der Atmosphäre.

Die Kenntnifs der wechselnden Temperatur der Luft w
seit den ältesten Zeiten ein vorzüglicher Gegenstand der U
tersuchung, veranlafste hauptsächlich die Erfindung der Th
mometer und macht noch gegenwärtig den Haupttheil wah
haft zahlloser meteorologischer Beobachtungen aus. Sowo
die Mittel, um zu genügenden Resultaten dieser Aufgabe
gelangen, als auch die Resultate selbst sind durch Kämtz
vollständig und überall mit Anwendung der zu benutzenden an
lytischen Ausdrücke zusammengestellt worden, dafs ich nic
umhin kann, diesem gewiegten Vorgänger in der Hauptsac
überall zu folgen, wobei ich mich jedoch der Kürze wegen
die hauptsächlichsten Thatsachen und die für die Anwendu
nöthigsten Formeln beschränken werde.

61) Zur Auffindung der Lufttemperatur bedient man s

---

1 S. die beiden den Kupfertafeln beigegebenen Charten.

vöhnlicher *Thermometer*, von deren Güte die Genauigkeit
Resultate abhängt, und wenn es zugleich auf die Bestim-
ng der höchsten und niedrigsten Wärmegrade abgesehn ist,
hierzu sehr bequem eingerichteten *Thermometrographen*.
se Instrumente müssen so aufgehängt seyn, dafs keine Ne-
bedingungen einen Einfluſs auf ihren Stand ausüben; sie
ssen also auf jeden Fall gegen die Einwirkung der direct
r durch Reflexion auf sie fallenden Sonnenstrahlen, ebenso
r aber gegen künstlich erwärmte Luftströme, wie sie aus
ffneten Fenstern tiefer liegender geheizter Zimmer oder aus
ffnungen technischer und Fabrik-Anstalten leicht aufzustei-
pflegen, wie nicht minder gegen örtliche Erwärmung
rch die zwischen zahlreichen, nahe vereinten Häusern sta-
irende Luft geschützt seyn. Berücksichtigt man zugleich
Bequemlichkeit der Beobachtung, so werden sie am an-
messensten an einem Arme, etwa einen Fuſs von der Wan-
ung entfernt, einem Fenster an der Nordseite der Gebäude
genüber so befestigt, dafs ihre Grade auch bei Nacht sichtbar
nd, was sich leicht dadurch bewerkstelligen läfst, dafs die
calen auf einem schwarzen oder farbigen Grunde befestigt
nd. Man hat ihnen zu noch gröſserer Bequemlichkeit auch
ne solche Einrichtung gegeben, dafs die den Quecksilberfa-
n enthaltende Röhre etwa einen Fuſs lang horizontal fort-
ift und dann rechtwinklig gebogen wird. Das Gefäſs und
horizontale Röhre werden dann durch eine Oeffnung im
nsterrahmen geschoben, darin befestigt und das im Zimmer
findliche, aufwärts gebogene Ende mit der daran befindli-
en Scale dient zum Ablesen der Grade. Ihre Verfertigung
ordert indefs grofse Sorgfalt.

62) Der Verfolg der Untersuchungen wird zeigen, dafs
hauptsächlich darauf abgesehn ist, das Mittel aus der bald
igenden, bald sinkenden Temperatur aufzufinden, wobei zur
nauen Bestimmung dieser Gröſse nothwendig auch die Zeit-
uer der gröſseren oder geringeren Wärme zu berücksichti-
n ist. Sofern hiernach das Thermometer unausgesetzt beob-
htet und registrirt werden müſste, was aufser dem Bereiche
r Möglichkeit liegt, schlug Flaugergues[1] ein Instrument
r, welches er *Kryometer* (von κρύος, Frost und μέτρον,

---

1 Journal de Phys. T. XC. p. 130. T. XCV. p. 401.

Maſs) nannte, um die Intensität der Kälte aus der Gröſse i
rer Wirkung zu messen. Dieses besteht aus einem etwas k
nischen Gefäſse mit Wasser, welches durch die Kälte in
verwandelt wird, wobei also die Intensität der Kälte
der Menge des in einer gegebenen Zeit erzeugten Eises
messen werden könnte. Die nächste, gegen die Anwend
dieses Instrumentes sich darbietende Schwierigkeit, daſs
Verhältniſs der Eisbildung zur Intensität und Dauer der K
noch nicht bestimmt ist, lieſse sich beseitigen, wenn m
dasselbe für das jedesmal anzuwendende Gefäſs durch glei
zeitige Messung der Dicke des erzeugten Eises und in kur
Zeitintervallen anhaltend wiederholte Thermometerbeobacht
gen zu bestimmen suchte; allein ein wichtiges Hinderniſs l
darin, daſs ein offenes Gefäſs zu sehr vom Einflusse der du
ungleiche Trockenheit der Luft bedingten Verdunstung,
verschlossenes aber von der Ableitung der Wärme und bei
von der Stärke der Luftströmung abhängig seyn würden. Ebe
dieses steht der Anwendbarkeit eines von Richmann[1] vor
schlagenen Verfahrens entgegen, wonach die mittlere Tem
ratur durch die Stärke der Verdunstung gemessen werden s
Allerdings verdunstet selbst das Eis, und das angegebene M
tel wäre daher bei allen Temperaturen anwendbar, wozu
Formeln angegeben worden sind, allein ohne gleichzeitige B
stimmung des hygrometrischen Zustandes der Luft lieſse s
gar keine Genauigkeit erwarten, und hierfür sind Thermo
termessungen unentbehrlich, so daſs man also einen weitl
tigen indirecten Weg statt eines directen wählen würde,
anderweitigen Hindernisse nicht zu gedenken. Grassma
hat vorgeschlagen, die mittlere Temperatur eines gewissen Z
intervalls durch eine Uhr zu messen, deren Pendel ohne Co
pensation sich durch die Wärme ausdehnen und durch die u
gleiche Dauer seiner Oscillationen die Stärke dieses Einflu
angeben würde. Dieser Vorschlag ist allerdings sinnreich u
seine Ausführbarkeit geht aus den beigefügten Berechnun
unverkennbar hervor; theils aber ist dieses Mittel kostspie

1 Nov. Comm. Petrop. T. II. p. 172.

2 Poggendorff Ann. IV. 419. Ein anderer Vorschlag zu einer
gativ compensirenden Uhr findet sich in Edinburgh New Phil. Jo
N. XLIII. p. 186.

weil es eine sehr gute Uhr erfordert, die noch obendrein, der freien Luft ausgesetzt, manchen Einflüssen der Feuchtigkeit, des Staubes in der Atmosphäre, sich ansetzender Spinnen und Insecten u. s. w. ausgesetzt seyn würde. Weit zweckmäfsiger und leicht ausführbar ist der Vorschlag POGGENDORFF's[1], das zu beobachtende Thermometer mit einer Hülle schlecht leitender Substanzen zu umgeben, die sich leicht so herstellen liefse, dafs wie bei einem bis über 1 Fufs in die Erde eingesenkten Thermometer eine einzige tägliche Beobachtung genügen würde. Bei der wirklichen Anwendung dieses Verfahrens müfsten dann anfangs die Bedingungen bestimmt werden, unter denen die genauesten Resultate zu erhalten wären.

a) Höhe des Beobachtungsthermometers über dem Boden.

63) Dafs die Wärme nach oben abnehme, ist eine bekannte Sache, allein im Mittel gehn auf 600 Fufs ungefähr 1° R., mithin 60 Fufs auf 0°,1, und so hoch wird in der Regel kein Beobachtungsthermometer zur Auffindung der mittleren Luftwärme aufgehangen seyn. Es geht jedoch aus den Untersuchungen über irdische Strahlenbrechung genügend hervor[2], dafs häufig ungleich erwärmte horizontale Luftschichten über einander befindlich vorhanden sind, und so verdient also die Frage allerdings Beachtung, in welcher Höhe ein Thermometer aufgehangen seyn müsse, um die Temperatur eines gewissen Ortes genau anzugeben. Am bekanntesten unter den Versuchen, die zu verschiedenen Zeiten zur Beantwortung derselben angestellt wurden, sind die von PICTET[3] zu Genf, die er im August und September 1778 anfing und im folgenden Jahre fortsetzte. An einem 75 Fufs hohen Mastbaume war oben ein Thermometer so befestigt, dafs es zum Beobachten herabgelassen werden konnte, das unterste Thermometer war 5 Fufs über dem Boden aufgehängt, zwischen beiden waren an einer ausgespannten Schnur noch andere Thermometer in Zwischenräumen von 5 bis 6 Fufs so angebracht, dafs sie in

1 Dessen Annalen IV. 417.

2 S. Art. *Strahlenbrechung*. Bd. VIII.

3 Essay sur le feu. chap. 8. Versuch über d. Feuer. S. 162 ff.

den Schatten gedreht werden konnten, und aufserdem wurde die Kugel eines Thermometers in die oberste Kruste der Erde geschoben. Am auffallendsten hierbei ist die Behauptung, dafs der Gang des 5 Fufs hohen und des 75 Fufs hohen nicht nur am genauesten mit einander übereinstimmend gewesen sey, sondern dafs auch ihre absolute Höhe, obgleich das erstere im Schatten, das letztere in der Sonne hing, im Mittel keine merklichen Unterschiede dargeboten habe. Unmittelbar vor Sonnenaufgang zeigten alle Thermometer ein Sinken der Temperatur, nachher stiegen sie bis 3 Uhr Nachmittags, wo allgemein die gröfste Wärme gefunden wurde, und das in die Erde gesenkte zeigte an einem warmen Augusttage sogar 45° R. Winde machten den Gang der Thermometer veränderlich, Wolken bewirkten ein Sinken, die gröfste Regelmäfsigkeit *fand* an ruhigen, gleichmäfsig trüben Tagen statt. Der *Gang der* 5 Fufs und 75 Fufs hohen Thermometer wird genauer beschrieben. Zwei bis 2½ Stunden nach Sonnenaufgang standen beide gleich hoch, später ging das untere voraus und erreichte zur Zeit der gröfsten Wärme das Maximum des Unterschiedes mit etwa 2° R. Bald nachher nahm dieser Unterschied ab und verschwand nahe vor Sonnenuntergang, ging dann in das Entgegengesetzte über, welches gegen das Ende der Dämmerung meistens wieder bis 2° R. und noch darüber betrug. Dieser letztere Unterschied schien die ganze Nacht hindurch zu dauern, wie daraus geschlossen wird, dafs Abends 11 Uhr und kurz vor Sonnenaufgang das untere Thermometer stets 1 bis 2 Grade niedriger stand; erst einige Zeit nach Sonnenaufgang kamen sie wieder zusammen. Dieser Gang fand bei ruhigem und heiterem Wetter allezeit statt, war aber bei Wind und Wolken weniger merklich und verschwand ganz bei heftigem Winde und dicken Wolken.

64) Aehnliche Resultate erhielt Six[1] vermittelst dreier in ungleichen Höhen aufgehängter Thermometer, deren erstes am Thurme zu Canterbury 220 engl. Fufs hoch, das zweite am Fufse des Thurms 110 F. hoch und das dritte im Garten 6 F. hoch aufgehangen waren. Hiermit fand er vom 4ten bis 24sten Sept. im Mittel die Maxima

1 Phil. Trans. T. LXXIV. p. 428.

am Tage	in 6 F. = 18°,33;	in 110 F. = 16°,85;	in 220 F. = 16°,24
bei Nacht	- — = 10,18	- — = 10,87	- — = 10,97
Mittel	- — = 14,25	- — = 13,86	- — = 13,61

wonach also das unterste Thermometer das mittlere um 0°,39 und das oberste um 0°,64 übertraf. Bei einer zweiten Reihe von Versuchen vom 20sten Dec. bis 8ten Januar betrugen die Maxima im Mittel

am Tage	in 6 F. = 1°,50;	in 110 F.[1] = 1°,61;	in 220 F. = 1°,78
bei Nacht	- — = —3,39	- — = —3,00	- — = —2,62
Mittel	- — = —0,94	- — = —0,69	- — = —0,42

wonach gleichfalls das unterste die gröſste Kälte zeigte. Werden beide Mittel ausgeglichen, so erhalten wir für die drei Thermometer

unterstes = 13°,31, mittelstes = 13°,17, höchstes 13°,19.

Bei der ersten Reihe von Beobachtungen war am Tage das untere Maximum gröſser als das oberste, bei Nacht fand das umgekehrte Verhalten statt; der Unterschied betrug 2°,09 C. und 0°,97, bei der zweiten Reihe fand gerade das Gegentheil statt, indem das oberste Thermometer um 0°,28 und 0°,77 höher stand, wenn wir die negativen Grade als den positiven entgegengesetzt betrachten. Als Six später die Versuche fortsetzte[2], fand er, daſs der Boden einer Wiese oder eines Gartens, mochte derselbe höher oder niedriger seyn, in der Regel und vorzüglich bei hellem Himmel kälter war, als die Luft über demselben. Pictet[3] erwähnt, das Gegentheil gefunden zu haben, entweder weil er nicht oft genug beobachtete, oder weil sein Mastbaum auf einem dürren Boden aufgerichtet war. Dabei verdient nicht übersehn zu werden, daſs das Thermometer 4 Lin. oberhalb des Bodens am Abend tiefer stand, als das 5 Fuſs hohe, während das in die Erde eingesenkte höher stand, als jedes andere.

Al. v. Humboldt[4] nimmt im Allgemeinen an, daſs in den gemäſsigten Zonen der Boden bei Nacht um 4° bis 5° C.

1 Diesesmal befand sich das Thermometer auf einem Hügel in gleicher Höhe mit dem am Thurme.

2 Philos. Trans. LXXVIII. p. 108.

3 Vom Feuer §. 136. p. 168.

4 G. LVI. 39.

erkalte und daher die Wärme bis 50 F. Höhe zunehme. Auch von der südlichen Halbkugel ist eine Reihe von Versuchen bekannt, die zur Beantwortung der vorliegenden Frage zu Port Macquerie unter etwa 41° S. B. durch BRISBANE[1] angestellt wurden. Dieser hing zwei Thermometer auf, eins in 13, das andere in 65 engl. F. Höhe, so daſs letzteres also 52 F. höher hing, als das erstere. Die Unterschiede waren für das obere in Centesimalgraden

	Sonnen-Aufgang	9 U. M.	Mittag	3 U. N.	Sonnen-untergang
Maxima . .	—7°,22	—13°,88	—10°,00	—6°,00	— 5°,28
Minima . .	0,00	0,83	0,28	0,00	1,67
Mittel . . .	— 3,33	— 5,04	— 4,19	— 3,06	— 1,95

Nur in drei Fällen unter 108 Beobachtungen im Juni stand also das obere Thermometer etwas höher als das untere und selbst die mittleren Unterschiede sind weit gröſser, als die auf der nördlichen Halbkugel erhaltenen. Leider fehlen die nächtlichen Unterschiede, um zu entscheiden, ob beide einander ausgleichen, wie auf jeden Fall wahrscheinlich ist.

65) Ein nicht eben bedeutender Beitrag zur Beantwortung der Frage über die Höhe des Beobachtungsthermometers über dem Boden kann aus den durch LAMANON[2] erhaltenen Resultaten entnommen werden, welcher am 27sten Aug. 1778 von Vormittag 6 Uhr an gleichzeitig 5 Thermometer beobachtete. Das eine derselben A hing in einem nach Norden gelegenen Zimmer, ein zweites B im Freien im Schatten, ein drittes C über einem freien Felde, ein viertes D war mit der Kugel in die Erde gesenkt und ein fünftes E war in einen Canal mit flieſsendem Wasser getaucht. Folgendes waren ihre gleichzeitigen Stände in Graden der achtzigtheiligen Scale:

1 Edinb. Journal of Science N. XII. p. 248.
2 Journal de Phys. T. LXVIII. p. 119.

Stunden	A	B	C	D	E
Von 6 bis 7	19°,6	17°,8	20°,5	17°,8	17°,7
— 8 — 2	20,9	22,1	26,2	20,6	18,8
— 2 — 8	21,7	22,2	24,1	22,0	19,8
— 8 — 2	18,6	14,6	14,0	18,2	16,9
— 2 — 7	16,4	11,3	10,3	15,6	15,3
Mittel	19,4	17,6	19,0	18,8	17,7

wonach also das Mittel aus den Beobachtungen in frei fliefsendem Wasser dem aus Beobachtungen im Freien erhaltenen bis auf einen verschwindenden Unterschied gleich kommt; man begreift jedoch leicht, dafs das Wasser im Winter sich zu solchen Beobachtungen nicht eignet. Ungleich wichtiger ist das Resultat, welches aus meinen eigenen Beobachtungen hervorgeht. Die hierüber oben §. 40 mitgetheilte Tabelle ganzjähriger, mindestens einmal täglich gleichzeitig an verschiedenen Stunden des Tages angestellter Messungen giebt für ein 2 Fufs über dem Boden hängendes Thermometer im Mittel 8°,56 R. und für ein 28 Fufs hohes 8°,63 mit einer unbedeutenden Differenz von 0°,07, welche eine Folge davon seyn kann, dafs das letztere Thermometer, 11 Zoll von der Wand des Hauses abstehend, einem unmerklichen Einflusse hiervon ausgesetzt seyn konnte. Man ersieht hieraus, dafs die Höhe, in welcher meistens die Thermometer aufgehängt zu seyn pflegen, die gewifs nur selten aufserhalb der angegebenen Grenze liegt, keinen Einflufs auf die Genauigkeit der mittleren Resultate hat.

b) Einflufs der Höhe auf die Temperatur.

66) Da diese Aufgabe bereits untersucht worden ist[1], so wird es genügen, hier nur einige wesentliche Ergänzungen hinzuzufügen. Vor allen Dingen ist wichtig zu bemerken, dafs unterdefs Kämtz[2] die hierher gehörigen Thatsachen schärfer berechnet und in gröfserem Umfange unter allgemeine Ausdrücke gebracht hat, als durch mich geschehn ist. Als eine beachtenswerthe Zugabe zu den bisher bekannten Angaben ist das

1 *Erde.* Bd. III. S. 1003. Vergl. Art. *Höhenmessung.* Bd. V. S. 311.

2 Lehrbuch der Meteorologie. Th. II. S. 127 ff.

Resultat zu betrachten, welches v. HORNER[1] aus vielen u genauen Beobachtungen am Rigi erhalten hat, wonach Wärmeabnahme im Sommer sehr regelmäfsig 1° R. für 97 T sen betrug, wogegen im Winter wegen des Einflusses südlichen Winde keine genaue Bestimmung möglich war. A GUERIN[2] fand bei seinen Messungen auf dem Mont-Vent bei Avignon, dafs der Höhen-Unterschied für 1° R. im So mer 80 Toisen, im Winter 100 T. und in der Zwischen 90 T. betrug. Nach dem Resultate, welches KUPFFER[3] seiner Besteigung des Elbrus im Monat Juli erhielt, nim dort die Wärme bis zur Schneegrenze (10400 Par. F.) für Fufs um 1° R. ab, über derselben aber bis zu 14800 F. ge ren 630 F. für 1° R. Sehr abweichend von diesen und wohl allen übrigen Bestimmungen ist die Gröfse, welche HEWIT WATSON auf Schottlands Hochgebirgen auffand, wonach Mittel für 1° R. nur 457 Par. F., also für 1° C. 365 Par. gehören. Sind gleich diese Messungen nicht absolut ge so kann doch der bedeutende Unterschied nicht ganz als Be achtungsfehler gelten, und wir müssen daher schliefsen, in jenen Gegenden die Wärmeabnahme gröfser sey, als in dern[4]. Berücksichtigen wir den Umstand, dafs die Beoba tungen im Sommer angestellt wurden, zu welcher Zeit Wärmeabnahme schneller erfolgt, so stimmt das Resultat genau mit einem andern überein, welches BERGHAUS[5] m theilt. Hiernach gehören für 1° R.

	im Sommer		im Herbst
beim Ochsenkopf	425 Fufs,		524
auf der schwäb. Alp	496	— —	— 697
auf dem Brocken		— —	— 708

Eine wichtige Bestimmung der Wärme-Abnahme bei wac sender Höhe geben die in den Jahren 1817 und 1818 wä rend 15 Monaten täglich gleichzeitig angestellten Temperatu beobachtungen zu Genf und auf dem Hospitium des St. Ber

1 Verhandl. der allgemeinen Schweiz. Ges. für d. ges. Natu 13te Jahresvers. Zürich 1828.

2 Ann. Chim. Phys. T. XLII. p. 429.

3 Ebend. p. 110.

4 Dieses läfst sich mit der dortigen gröfseren Bodenwärme, nicht bis zu solchen Höhen reicht, recht gut vereinigen.

5 Deutschlands Höhen. 1834. Th. I. S. 240.

hard [1]. Der Höhenunterschied beider Stationen beträgt 1075 Toisen oder 6450 Par. Fuſs, der ganzjährliche Unterschied der Temperatur aus den Beobachtungen bei Sonnenaufgang wurde $=8°,03$ und um 2 Uhr Nachmittags $=8°,33$ gefunden, im Mittel also $=8°,18$, wonach für 1° R. Wärmeabnahme 788,5 Par. F. Höhenunterschied gehören oder für 1° C. 630 Par. F., etwas mehr, als gewöhnlich gefunden worden ist, wahrscheinlich weil hierbei auch Winterbeobachtungen vorhanden sind, die eine geringere Wärmeverminderung geben.

67) Mit allen bisher erhaltenen Resultaten steht auf den ersten Anblick im offenbaren Widerspruche dasjenige, welches die durch PARRY und FISCHER in den hohen Polargegenden angestellten Versuche ergeben haben [2]. Jene kühnen Reisenden befestigten ein Registerthermometer an einen Drachen und lieſsen diesen aufsteigen; zwei Gehülfen maſsen parallaktisch die Höhe, welche im Maximum 379 engl. Fuſs betrug, aber das Thermometer zeigte keinen Unterschied. Nach einigen vergeblichen Versuchen gelang einer vollständig, indem das Thermometer fast 15 Minuten oben blieb und ohne alle Erschütterung herabkam, aber die Indices zeigten nicht die geringste Differenz. Dr. YOUNG [3] folgert hieraus, daſs die Abnahme der Temperatur in den arktischen Regionen sehr gering seyn müsse und sich daher kein allgemeines Gesetz über die mit der Höhe abnehmende Wärme aufstellen lasse. Wie auffallend indeſs dieses Ergebniſs scheinen mag, so setzt es doch der Erklärung nicht ganz unüberwindliche Schwierigkeiten entgegen. Einmal gehört zu einer Erhebung von 379 engl. oder 355,5 Par. Fuſs nur ungefähr 0°,5 R. Wärmeverminderung und die letztere Gröſse wird im Winter, also bei gröſserer Kälte noch geringer; es war aber die Temperatur bei jenem Versuche — 24° F. oder — 31°,2 C., wonach also der zu messende Unterschied der Wärme wahrscheinlich 0°,25 C. nicht wohl übersteigen konnte, welcher durch ein Registerthermometer schwerlich angegeben wird. Inzwischen verdient doch diese anscheinend wohlbegründete Thatsache bei den

---

1 Biblioth. univ. T. X ff.

2 Edinb. Journ. of Science. N. XII. p. 247.

3 Quarterly Journ. of Sc. N. XLII. p. 364.

theoretischen Bestimmungen über die Ursache der tellurisc
Wärme beachtet zu werden.

68) Eine Folge der mit der Höhe abnehmenden Wä
und der geringeren täglichen und jährlichen Schwankun
ist die *Schneegrenze*, worüber bereits ausführlich gehandelt w
den ist [1]. Als Zusatz darf aber der wichtige Beitrag nicht ü
gangen werden, welchen wir den eifrigen Forschungen Pe
LAND's [2] verdanken. Dieser fand, dafs die Schneegrenz
Oberperu nicht tiefer, als bis 16008 Par. Fufs herab
während sie in Quito, näher am Aequator, bis 14776 Par
herabsteigt. Bei seinem Uebergange über den Pafs von A
de Toledo im October fand er, dafs auf dem Inchocajo, w
cher den westlichen Cordilleren angehört, die untere Sch
grenze in 15792,5 F. Höhe lag. Bei den Himalaja-Gebir
zeigt sich eine gleiche Anomalie wegen der sie begrenzen
ausgedehnten Hochebene, aber es ist merkwürdig, dafs
auch in Peru auf der südlichen Halbkugel angetroffen w
da man sie bisher nur unter umgekehrten Verhältnissen
der nördlichen kannte, dafs nämlich ausgedehnte Gebirgs
nen die Schneegrenze nach derjenigen Seite hin, woher s
die kälteren Winde zu wehen pflegen, höher hinaufrüc
Auf den Anden von Mexico unter 18° bis 19° N. B. hört
13206 Par. F. alle Vegetation auf, in Peru aber, unter g
cher südlicher Breite und auf der nämlichen Bergkette, re
der Ackerbau, ja selbst Städte und Landgüter reichen so h
hinauf und die meisten Einwohner dieser Gegend wohnen
Höhen, in denen auf der nördlichen Halbkugel alle Veg
tion aufhört.

Für Norwegen, wo die Schneegrenze ausnehmend t
liegt, geht sie nach HISINGER [3] unter 63° N. B. bis 4950
herab. Eine gröfsere Anzahl von Bestimmungen für jene
genden hat HAGELSTAM [4] mitgetheilt. Nach diesem geht
am Nordcap unter 71° 30′ N. B. bis 2252 Par. F. herab;
70. bis 69sten Breitengrade beträgt ihre Höhe 3378 Fufs;
68. bis 67sten Grade beträgt diese über den Küsten 309

1 S. Art. *Erde*. Bd. III. S. 1020.
2 Edinb. New Phil. Journ. N. XVI. p. 311.
3 Hertha. Th. IV. Zeitung S. 23.
4 Edinb. New Phil. Journ. N. X. p. 305.

auf den Bergen 3660 F. Vom 64. bis 63sten Breitengrade westlich der Gebirge (Fiallrygg) ist sie 4500 F. hoch, vom 63. bis 62sten Grade über dem Dovrefield 4973 Fufs. Unter dem 62. bis 61sten Grade auf dem Langfield befindet sie sich in 5076 Fufs Höhe und steigt unter dem 61. bis 60sten Grade auf dem Fillefield bis 5254 F. Höhe. Unter dem 60. bis 59sten Breitengrade endlich ist sie auf der Bergkette 5442, auf den Folgeforden aber nur 4691 F. hoch. In Schweden ist ihre Höhe etwas verschieden und beträgt unter dem 67sten Breitengrade 4128 F., unter dem 64. bis 63sten Breitengrade 4878 F., zwischen dem 61. und 60sten Breitengrade 5442 F. und unter dem 59sten Grade 5629 F.

Kämtz[1] bezweifelt, dafs die Schneegrenze unter dem 80sten Breitengrade die Erdoberfläche berühre, und glaubt, diese Linie müsse dem Pole noch näher liegen, wo nicht denselben erreichen. Es ist schwer, hierüber mit Bestimmtheit zu entscheiden, da die Schneegrenze nicht mit der mittleren Temperatur von 0° C. zusammenfällt, sondern unter dem Aequator schon bei einer etwas höheren beginnt, unter höheren Breiten aber eine um einige Grade niedrigere mittlere Wärme erfordert, weil sie hauptsächlich von der Intensität der Sommerwärme abhängt, die nicht mehr im Stande seyn darf, das gebildete Eis gänzlich aufzulösen. Wenn man berücksichtigt, in welchem Verhältnisse die Schneegrenze vom 60sten bis 70sten Breitengrade herabsinkt, so müfste sie hiernach allerdings unter 80° N. B. die Erdoberfläche berühren, allein es sind mehrfache anderweitige Thatsachen zu berücksichtigen, wenn man diese Frage beantworten will. Kämtz hat die Aufgabe umfassend und gründlich untersucht, ohne jedoch zu einem überzeugenden Resultate zu gelangen, welches daher rührt, dafs die zur Entscheidung nöthigen Elemente noch nicht genügend erforscht worden sind. Das von ihm aufgestellte Argument, dafs sich an einzelnen Stellen auf Spitzbergen noch Spuren von Vegetation finden und die dortigen Eismassen eher den Gletschern beizuzählen seyen, als dafs sie die Schneegrenze bezeichnen sollten, beweist wohl nicht genügend, dafs die Grenze des ewigen Schnees erst jenseit des 80sten Breitengrades den Boden berühre, denn dort befindet sich die

1 Lehrbuch der Meteorol. Th. II. S. 174.

äuſserste Grenze Spitzbergens, wo schwerlich noch Vegetatio
angetroffen wird, und auſserdem werden auch an andern Stel
len oberhalb der Schneegrenze unter gewissen günstigen Be
dingungen ausnahmsweise einige Vegetabilien gefunden. M
Gewiſsheit die Linie anzugeben, wo an den verschieden
Orten der Erde die Schneegrenze den Boden berührt oder d
Sphäroid der Schneegrenze in das Erdsphäroid einschneidet
wird jedoch für jetzt noch niemand wagen.

69) Diese Aufgabe steht im genauesten Zusammenhang
mit der Frage über den Einfluſs, welchen die mit der Höh
zunehmende Kälte auf die *Vegetation* ausübt. Inzwischen i
diese Untersuchung rücksichtlich der darüber vorhanden
Thatsachen von so unermeſslichem Umfange und greift so ti
in das Gebiet der Pflanzenphysiologie ein, daſs ich nur ei
nige wenige Bemerkungen mittheilen kann. Im Allgemeinen
wird angenommen, daſs die durch die Höhe bedingte Kält
einen gleichen Einfluſs auf die Vegetabilien ausübe, als di
unter höheren Breitengraden statt findende. Gegen diese An
nahme an sich läſst sich nichts einwenden, sofern bestimmt
Intensitäten der Wärme zum Gedeihen der verschiedenen Pflan
zenarten unumgänglich erforderlich sind, inzwischen kommen
doch für beide Verhältnisse noch andere Bedingungen in Be
trachtung. Auf hohen Bergen ist die Luft dünner und di
Sonnenstrahlen erzeugen in den festen Körpern, worauf si
fallen, eine gröſsere Wärme, als dieses unter hohen Breit
in geringer Erhebung bei oft trübem Himmel geschehn kann
allein der hieraus erwachsende Vortheil wird mehr als vol
ständig aufgehoben durch die starken Strömungen der trock
nen Luft, die auf zartere Gewächse selbst in geringen Höh
schon einen nachtheiligen Einfluſs ausüben, gegen welchen s
nur durch umgebende Gegenstände geschützt werden.

Unter den Beobachtern, welche den Einfluſs der Hö
auf die Vegetation vorzüglich beachtet haben, ist vor all
v. Humboldt zu nennen[1]. Vom Rio de Guayaquil aus a
Chimboraço reicht

bis 2700 Fuſs die Region der Palmen und Pisangs,
— 9000 — — — der tropischen Eichen und Ci
chonen,

1 Dessen Reisen. Uebers. Th. III. S. 80.

bis 12000 Fuſs die Region der Escallonien und Zimmt-Wintera's,
– 12600 — — — der kräuterartigen Alpenpflanzen,
– 14600 — — — der Gräser und kryptogamischen Gewächse.

Nach Pöppig[1] reicht die Vegetationsgrenze am Popocatepetl bis 12693 Fuſs, die Grenze des Nadelholzes bis 12544 F. Bei Huanuco in Peru wächst Mais bis 2770 F., und an einigen Stellen, wo er ringsum nicht mehr gedeiht, reicht er bis zu einer Höhe von 3232 F. Die gröſste bis jetzt bekannte Höhe, auf welcher man noch Gewächse gefunden hat[2], befindet sich in der Himalaya-Gebirgskette, woselbst Webb unweit des Passes Kedarnoth in 14004 F. Höhe noch 8 F. hohe Pappeln und Tamarisken nebst Kornbau und Weideplätzen antraf und Gerard eine geruchlose Art Salbei sogar in 15952 F. Höhe fand. Kuhl untersuchte auf Madeira die mit der Höhe abnehmende Vegetation; die Cactus reichten bis 630 F., der Weinstock bis 2030 F. und der Wallnuſsbaum bis 2950 F., bis wohin sich auch das Spartium erstreckte, während die Heiden den Raum von 3920 bis 4080 F. inne hatten. Eine ebenso ausführliche als gründliche Untersuchung über die Temperaturverhältnisse und die diesen angemessene Vegetation auf dem Pic du Midi hat Ramond[3] angestellt. Nach de Saussure[4] wird in den Alpen *silene acaulis* noch in 10680 F. Höhe angetroffen, *aretia helvetica* und *ranunculus glacialis* in 10500 F. Höhe, obgleich die Schneegrenze daselbst bei einzelnen Spitzen bis 8400 und bei Bergketten bis 7800 F. herabgeht. Unter Anderen hat auch v. Welden[5] die Höhen bestimmt, welche die verschiedenen Gewächse in den Alpen erreichen. Hiernach gehn die Grenzen des Hochwaldes am Monte-Rosa bis 7000 F. über der Meeresfläche, ebenso hoch am Tabor in Savoyen, in Salzburg dagegen nur bis 5000 F. und in Splügen bis 4400 F. Getreide wächst am Monte-Rosa auf der Südseite bis 5880 F. Höhe, gegen den Mont-Cervin aber bis 5700 F., bei Aosta am groſsen Bernhard bis 4938 F., hingegen dasselbe an der Nordseite am Monte-Rosa nur eine

1 Froriep Notizen Th. XXXI. S. 327.
2 Vergl. Art. *Erde*. Bd. III. S. 1030.
3 Mém. de l'Institut. T. VI. p. 81.
4 Biblioth. univ. T. XIV. p. 288.
5 Der Monte-Rosa u. s. w. Wien 1824.

Höhe von 4000 F., in Splügen von 3887 F., am Bernhard von 3903 F., bei Airolo von 3898 F. erreicht. Endlich wächst noch Wein an der Südseite des Monte-Rosa in Sesia bis 3093 F., an der Nordseite bis 2200 F. Höhe, am Bernhard bei Suazza bis 3026 F., bei Giornico bis 1698 F. und bei Splügen bis 1149 F.

Einen reichen Schatz von Thatsachen, wie bei allen seinen Forschungen, hat auch L. v. Buch[1] über diejenigen Höhen mitgetheilt, welche die Vegetabilien namentlich auf den Alpen und den norwegischen Gebirgen erreichen. Vorzügliche Beachtung verdient der Umstand, dafs Baumarten, die in den Alpen gröfsere Höhen erreichen, als andere, in Norwegen ein umgekehrtes Verhalten zeigen[2]. So läfst die Fichte (*pinus silvestris*) in Lappland die Tanne (*pinus abies*) weit hinter sich, bleibt aber in der Schweiz bei 3000 Fufs zurück, indefs die Tanne eine Höhe von 7000 F. erreicht. Folgende Tabelle giebt eine Uebersicht der Vegetationsgrenzen verschiedener Gewächse an beiden Orten.

Alpen von 45°,25 bis 46°,5		Norwegen unter 70° N. B.	
Weinbau . .	2432 F.	Fichte . . .	730 F.
Nufsbaum . .	3564 —	Birke . . .	1483 —
Kirschbaum .	4164 —	Heidelbeere .	1980 —
Buche . . .	4815 —	Salix myrsinites	2019 —
Tanne . . .	6420 —	Zwergbirke .	2576 —
Rhododendron	6840 —	Untere Schneegrenze .	3300 —
Untere Schneegrenze .	8540 —		

Zur Vergleichung hiermit dienen die Bestimmungen von Ch. Fr. Naumann[3], welcher in Norwegen unter 62° N. B. die Grenze der Fichten in 2754 F. und der Birke in 3285 F. Höhe setzt, die Schneegrenze am Schnoehättan aber in 5024 Par. F. Höhe. Die ausführlichsten Untersuchungen über die Höhen, bis zu denen die verschiedenen Vegetabilien sich auf

1 G. XLI. 1 ff. 46. Vergl. Reisen II. 133.

2 Ein ähnliches abnormes Verhalten hat auch A. Erman in Sibirien wahrgenommen. S. Dessen Reisen Th. II.

3 Beiträge zur Kenntnifs Norwegens. II Bde. Leipz. 1824.

der skandinavischen Halbinsel erheben, hat WAHLENBERG[1] angestellt, wonach die Temperatur eines Ortes am sichersten aus dem Verhalten der sämmtlichen, einer gewissen Tiefe unter der Schneegrenze zugehörigen Pflanzengattungen bestimmt werden kann. Nach ihm erhält die Fichte zuletzt ein verkrüppeltes Ansehn, reicht aber in dieser Gestalt nicht weiter, als bis 3200 Fuſs unter der Schneegrenze. Mit ihr zugleich hören *rosa cinnamomia* Ehrh., *convallaria bifolia* und andere Kräuter auf. Die Kiefer im verkrüppelten Zustande mit niedrigem Stamme und dicken breiten Zweigen reicht bis 3000 Fuſs. Die Heidelbeere reift in dieser Höhe nicht mehr, auch reift dort keine Art der Cerealien, wohl aber können Kartoffeln und Rüben bis 2600 Fuſs unter der Schneegrenze noch mit geringem Ertrage gebaut werden. Birken erreichen eine Höhe von 2000 Fuſs unter der Schneegrenze, als letzte, so strenger Kälte widerstehende Holzart, jedoch nur in verkrüppeltem Zustande und etwa von Mannshöhe. Schon früher hören *sorbus aucuparia*, zuletzt unfruchtbar, *erica vulgaris*, *rubus arcticus sterilis*, *aconitum lycoctonum* u. a. auf, der Alpenlachs reicht bis in diese Region und damit hören die Fische auf. Höher hinauf findet man, jedoch bloſs an Wasserrinnen und Bächen, *salix glauca* und zerstreute Büsche von *salix hastata*, die Moltebeere reift dort und an sonnigen Plätzen wächst *veronica alpina; viola biflora* und andere Species dieser Gattungen gedeihn in dieser Höhe von 1400 Fuſs unter der Schneegrenze, wohin die Schneekoppe reicht. In gröſseren Höhen gedeiht kein Strauch, denn *salix lanata* wird am Wasser bloſs eine Elle hoch, *betula nana* kriecht an der Erde, aber die Rauschbeere (*empetrum nigrum*) gedeiht von vorzüglicher Güte in dieser Höhe von 800 Fuſs unter der Schneegrenze, bis wohin auch die Lappen mit ihren Zelten gehn. Noch höher, bis 100 F. unter der Schneegrenze, bleiben einige Flecke stets von Schnee bedeckt, doch wachsen an sonnigen Stellen *gentiana tenella* und *nivalis* nebst *campanula uniflora*, an schattigen *pedicularis hirsuta* und *flammea*. Bis an die Schneegrenze selbst reichen die an einigen

---

1 Flora lapponica. Berol. 1812. Bericht über Messungen u. Beobachtungen zur Bestimmung der Höhe und Temperatur d. lappländischen Alpen. Uebers. von HAUSMANN. Gött. 1812. 4.

sonnigen Stellen wachsenden *saxifraga*, *ránunculus gla*
lis, *iuncus curvatus* und *silene acaulis* und die Re
gleicht dem Klima von Spitzbergen an der Küste unter
N. B. und von Novaja Semlia. Einzelne Pflanzen von
nunculus glacialis übersteigen sogar die Schneegrenze um
Fufs und wachsen daselbst in schneefreien Felsensprü
Ueber diese Höhe hinaus wird der Schnee selten feucht,
Felsenwänden wachsen einige *lichenes*, namentlich *umbili*
und die Schneeammer ist das einzige lebende Geschöp
diesen Regionen, das sich bis 2000 Fufs über die Scheegr
erhebt, womit dann zugleich alles Leben und jede Veget
aufhört.

Eine vollständige Aufzählung aller Pflanzenspecies,
che auf Schottlands Hochgebirgen den verschiedenen H
von 4000 bis 3000 engl. Fufs, dann von 3000 bis 200
endlich von 2000 bis 1000 F. und geringerer Höhe an
ren, hat WATSON[1] mitgetheilt, und ebenso besitzen wir
Zusammenstellung derjenigen, die auf den Faröer Inseln
61° 26′ bis 62° 25′ N. B. bis zu Höhen von 3000 engl. F. w
sen, von TREVELYAN[2], beide sind aber für eine kurze
bersicht zu ausführlich und vorzugsweise nur für den B
ker interessant.

70) Wenn man neben der Temperatur der Luft zu
die des Bodens berücksichtigt, welche oben (Abth. B. d
tersucht wurde, so kommt die durch G. BISCHOF[3] aufge
fene und untersuchte Frage in Betrachtung, ob beide mi
Höhe auf gleiche Weise abnehmen. Die Thatsachen zu
ser Bestimmung hat BOUSSINGAULT[4] geliefert, welcher in
tropischen Zone zwischen 11° N. B. und 5° S. B. die Bo
temperatur in verschiedenen Höhen mafs. BISCHOF hat
diesen Messungen zusammengestellt und findet hiernach, in
er die ganze Höhe von der Meeresfläche bis zu dem 168
hohen Gletscher des Antisana in 4 Theile theilt, wonach
32 Messungen auf jeden Theil kommen, die der Wärm
nahme von 1° R. zugehörigen Höhen:

---

1 Edinburgh New Phil. Journ. N. XXVIII. p. 317.
2 Ebend. N. XXXV. p. 154.
3 Poggendorff Ann. XXXV. 211.
4 Ann. Chim. et Phys. T. LIII. p. 225.

Höhen über der Meeresfläche		Temperaturabnahme von 1° R.
0 Fuſs bis 2262 Fuſs	. . . . . .	699 Fuſs
2318 — — 5260 —	. . . .	671 —
5297 — — 8129 —	. . . .	698 —
8160 — — 16805 —	. . . .	670 —
0 — — 16805	Mittel	677 —

Diese mittlere Bestimmung übertrifft die durch Al. von Humboldt für die Temperaturabnahme der Luft unter den Tropen gefundene um 23 Fuſs, was wohl daraus erklärlich wird, daſs die Wärme bei isolirten steilen Bergen schneller abnimmt, als bei groſsen Bergmassen, und auſserdem mag die Temperaturabnahme der Luft immerhin etwas anders seyn als die des Bodens. Gegen ein ähnliches Resultat, welches Forchhammer[1] aus seinen Messungen der Quellentemperatur auf den Faröer Inseln entnommen hat, wonach sich bei den Quellen im Ganzen eine gleiche regelmäſsige Wärmeabnahme in zunehmenden Höhen findet, als bei der Luft, wendet Bischof mit Grunde ein, daſs die Angaben der Quellen unsicher sind und daſs nicht genau bestimmt ist, welches Fuſsmaſs anzunehmen sey, wenn auf 1° R. Temperaturabnahme 643 Fuſs Höhenunterschied gerechnet wird. Endlich ist noch zu bemerken, daſs Bischof nach seiner oben §. 54. angegebenen Voraussetzung, daſs die Bodentemperatur von der Lufttemperatur nicht verschieden sey, die Messungen der Wärme vermittelst bis 4 Fuſs Tiefe eingesenkter Flaschen zur Ermittelung der mit zunehmender Höhe abnehmenden Temperatur in Vorschlag gebracht habe. Durch Anwendung dieser Methode erhielt er aus einjährigen Messungen zu Bonn und auf der Löwenburg für 683 Fuſs 1° R. Wärmeabnahme. Setzt man hierfür 660 Par. Fuſs, so kommt diese Bestimmung der durch Boussingault unter den Tropen gefundenen sehr nahe.

c) Mittlere tägliche Temperatur.

Insofern die Erwärmung der Luft in geringer Höhe über der Erde bei weitem dem gröſsten Theile nach vom Ein-

1 Karsten Archiv für Mineralogie u. s. w. Th. II. S. 199.

flusse der Sonnenstrahlen abhängt, welche theils in der L
selbst, theils im Boden Wärme erzeugen, mufs nothwen
die Temperatur bei der Anwesenheit der Sonne über dem H
rizonte eine andere seyn, als nach dem Untergange derselb
Es ist daher allgemein bekannt, dafs die tägliche Wärme v
Sonnenaufgange an steigt, im Laufe des Tages ein Maxim
erreicht, dann wieder sinkt, bis sie nach erreichtem Mi
mum während der Nacht den nämlichen Gang abermals b
ginnt. Es kann also hier nur der Zweck seyn, das Ges
dieses täglichen Wechsels und die verschiedenen Modificati
nen desselben näher zu untersuchen[1].

71) Es giebt eine zahllose Menge von Beobachtung
die zur Ausmittelung des täglichen Ganges des Thermomet
angestellt wurden. Unter die beachtenswerthen gehören d
bereits erwähnten von Pictet[2], wonach der kälteste Augen
blick unmittelbar vor dem Aufgange der Sonne fiel, dann
Steigen des Thermometers eintrat, bis gegen drei Uhr Nac
mittags das Maximum erreicht wurde. Lambert[3] hat d
Aufgabe theoretisch untersucht und 5 Tage nach einander
diesen Zweck Beobachtungen zu Chur angestellt. Das Ma
mum der täglichen Temperatur setzt er in den längsten T
gen auf 3 Uhr Nachmittags, bei abnehmender Tagslänge r
dasselbe dem Mittage näher und fällt bei 8 Stunden lang
Tagen auf 2 Uhr Nachmittags, bei 12 Stunden langen
2,5 Uhr. Zu den Messungen der Thermometer-Aender
gen wählte er indefs nur ganz heitere Tage, weil Wind u
Wolken den zunächst zu untersuchenden Einflufs der So
nenstrahlen stören. In der Zeit vom 13ten bis 17ten Juli
zu Chur das Maximum am 1sten auf 3,5 Uhr, am 2ten
3 Uhr, am 3ten auf 3 Uhr, am 4ten und 5ten gleich
auf 3 Uhr, lag jedoch nach Vergleichung der angrenzend
Thermometerstände allezeit jenseit dieser Stunde, so d

1 Kämtz Meteor. I. S. 62. hat versucht, den täglichen Gang d
Temperatur als eine Function der Sonnenhöhe durch einen an
schen Ausdruck zu bezeichnen, allein dieser kann sich nicht zu
auf die Nacht erstrecken und directe Beobachtungen bleiben stets
sicherste Mittel.

2 Versuch über das Feuer. §. 134. S. 165.

3 Pyrometrie. Berl. 1779. 4. S. 322.

man im Mittel füglich 3,25 Uhr annehmen könnte. Die frühesten wichtigsten Beobachtungen zur Ausmittelung des täglichen Ganges der Wärme sind die von CHIMINELLO[1] in den Jahren 1778, 1779 und 1780 angestellten, im Sommer von 4 Uhr Morgens bis 11 Uhr Abends und abwechselnd um 12, 1, 2 und 3 Uhr Nachts, im Winter von 7 Uhr Morgens bis 10 Uhr Abends und abwechselnd in den zwischenliegenden Stunden. SCHOUW[2] hat diese interpolirt und übersichtlich zusammengestellt, wonach das Minimum im Januar und Februar auf 7^h, im März auf 6^h, im April auf 5^h, im Mai, Juni und Juli auf 4^h, im August zwischen 4 und 5^h, im September und October auf 5^h, im November und December wieder auf 7^h Morgens fällt, das Maximum aber im Januar nach 2^h, im Februar, März und April auf 3^h, im Mai auf $2^h,5$, im Juni und Juli auf 2^h, im August, September und October zwischen 2^h und 3^h, im November und December auf 2^h Nachmittags. Von geringerem Umfange, aber von sehr großem Werthe wegen ihrer seltenen Genauigkeit, sind die von NEUBER zu Apenrade vom Juni 1822 bis Juni 1823 und ebenso für 1824 bis 1825 mit wenigen Ausnahmen alle zwei Stunden von Morgens 7 bis Abends 11 Uhr und außerdem Mittags 12 Uhr angestellten täglichen 10 Beobachtungen. Aus ihrer Zusammenstellung durch SCHOUW[3] geht hervor, daß das Maximum auf 1 Uhr fällt, jedoch von dem Stande um 3 Uhr nur wenig abweicht, was, mit CHIMINELLO's Resultaten verglichen, wahrscheinlich auf einen Einfluß der nahen See deutet, welche nicht so, wie die Erde, durch längere Einwirkung der Sonnenstrahlen erst später den höchsten Grad der Temperatur erhält, vorzüglich aber die täglichen Schwankungen der Temperatur bedeutend vermindert. Von 7^h Morgens bis 9^h steigt das Thermometer schneller und fast auf gleiche Weise von da bis 11^h, dann merklich langsamer, bis zum Maximum, bei welchem, um 1^h gesetzt, ein Stillstand ein-

---

1 Saggi scientifici di Padova. Pad. 1786. 4. T. I. p. 195. 208. Toaldo Saggio meteorologico sulla vera influenza degli astri. Ediz. sec. Pad. 1781. p. 11.

2 Pflanzengeographie S. 67—72. Vergl. KÄMTZ Meteorol. Th. I. S. 64.

3 Collectanea meteorologica sub ausp. Soc. sc. danicae edita. Fasc. I. Hafn. 1829. 4. p. 196.

tritt, worauf das Thermometer etwas sinkt, bis 5 Uhr, d
wieder schneller bis 9 und langsamer bis 11 Uhr Abends.

72) Bei weitem vom gröfsten Umfange sind die Beob
tungen, deren Anstellung Brewster zuerst in den Ja
1824 und 1825 veranstaltete[1], zunächst um diejenigen
Stunden aufzufinden, in welche die tägliche mittlere Te
ratur fällt. Sie wurden von den Wache haltenden Offiz
auf Forth Leith stündlich an einem Thermometer gem
welches 25 Fufs über der Oberfläche des Meeres und
Yards von der Küste entfernt aufgehängt war, auf wel
daher die Nähe der See nothwendig einen Einflufs aus
mufste. Hiernach fiel im Mittel das Minimum im Jahre 182
Januar auf 5 Uhr, im Februar auf 8 Uhr, im März a
Uhr, im April auf 5 Uhr, im Mai und Juni auf 4,5 Uhr
August, September und October auf 4 Uhr, im November
December auf 5 Uhr Morgens. Im Jahre 1825 fiel dasselbe im
nuar und Februar auf 6 Uhr, im März und April auf 5 Uhr,
Mai, Juni und Juli auf 4 Uhr, im August, September, Octo
November und December auf 5 Uhr Morgens. Nach den
gebnissen im Jahre 1824 fällt das Minimum zwischen 4
5 Uhr Morgens, die Wärme wächst dann regelmäfsig b
Uhr Nachmittags, von wo an sie bis zum Minimum am n
sten Tage wieder abnimmt, so dafs das Steigen 9^h $40'$,
Sinken 14^h $20'$ dauert. Trennt man Sommer und Winter
einander, die 6 Monate des ersteren mit April anfangend
fällt das Minimum im Sommer auf 4^h Morgens, das M
mum auf 3^h Nachmittags, im Winter dagegen fällt ers
auf 6^h Morgens, letzteres auf 2^h Nachmittags.

73) Quetelet hat zu Brüssel auf Veranlassung der d
Herschel in Anregung gebrachten correspondirenden Be
achtungen an einzelnen Tagen den Stand des Thermom
stündlich aufgezeichnet, allein auf diese Weise erhält
nicht selten sehr bedeutende Anomalieen. So fiel am 22.
1835 das Maximum der Temperatur zwischen 3 und 4
das Minimum am 23. schon um 1 Uhr Morgens, das M
mum an diesem Tage aber um 10 Uhr Morgens, was
Folge des einfallenden Regens war[2]. Am 21. Sept. da

1 Edinb. Journ. of Science. N. IX. p. 18.

2 Bulletins de l'Acad. Roy. des Sc. et belles Lett. de Brux
1825. T. II. p. 284. 327. T. III. p. 5. 104. 238.

fiel das Maximum auf 3^h Nachmittags, das folgende Minimum auf 6^h Morgens und dann wieder das Maximum am 22. zwischen 2 und 3 Uhr. Am 21. Dec. fiel das Maximum schon auf 1^h Nachmittags, dann folgte das Minimum um 12 Uhr Nachts und am 22. das Maximum wieder genau um 3^h Nachmittags. Am 21. März 1836 fiel das Maximum auf 3^h Nachmittags, dann das Minimum auf 5^h Morgens und abermals das Maximum zwischen 3 und 4 Uhr Nachmittags. Endlich am 21. Juni desselben Jahres fiel das Maximum auf 2 Uhr Nachmittags, das Minimum schon auf 8^h Abends und am 22. wieder das Maximum zwischen 4 und 5 Uhr Nachmittags. Man sieht hieraus, dafs zwar allerdings die durch SCHOUW [1] aus der Zusammenstellung der Beobachtungen von Padua, Leith und Apenrade abgeleiteten Regeln existiren, wonach der kälteste Punct um 5 Uhr Morgens, der wärmste zu Leith um 3^h, zu Padua um 2^h Nachmittags eintritt, das Thermometer am stärksten gleich nach dem Minimum steigt, nach dem Maximum fällt, das Steigen endlich 9 bis 10 Stunden, das Fallen aber 14 bis 15 Stunden dauert, dafs aber in jedem einzelnen Falle die wirkliche Temperatur sich sehr weit von diesem allgemeinen Mittel entfernt. So fiel zu Brüssel [2] nach Beobachtungen, die in den Jahren 1834, 1835 und 1836 an einem an der Nordseite im Schatten 15 Fufs über dem Boden aufgehängten Thermometer gemacht wurden, das Maximum im Mittel auf $1^h\ 25'$. Bei drei andern Thermometern, welche im März, Juni, September, October, November und December mit Ausnahme der regnerischen Tage beobachtet wurden, fiel das Maximum bei dem ersten, dessen Kugel den von der Sonne beschienenen Erdboden berührte, auf $0^h\ 39'$, bei dem zweiten, dessen Kugel zur Hälfte eingescharrt war, auf $0^h\ 53'$ und bei einem dritten, dessen Kugel sich unmittelbar unter dem Boden befand, auf $0^h\ 53'$.

74) Diese sämmtlichen Beobachtungen sind unter mittleren und höheren Breiten angestellt worden, aus niederen dagegen fehlen dieselben, und es sind mir blofs diejenigen bekannt, wel-

---

1 Beiträge zur vergleichenden Klimatologie. 1. Hft. Collectan. meteor. Fasc. I. Edinb. Philos. Journ. N. IX. p. 186.

2 Mémoire sur les Variations diurne et annuelle de la Température cet. Par QUETELET. Brux. 1837. p. 13.

che v. HORNER und LANGSDORFF vom 16. Aug. bis 8. M und vom 19. Mai bis 25. Juni angestellt haben[1]. Hierna fällt im Mittel das Maximum auf 1^h Nachmittags und das M nimum auf 5^h Morgens. Das Maximum der täglichen Wär scheint also unter höheren Breiten hauptsächlich in den So mermonaten später, als unter niederen einzutreffen, übereinsti mend mit v. LINDENAU's[2] theoretischen Untersuchungen u KIRWAN's[3] allgemeiner Regel, wonach das Maximum zw schen 60° und 45° N. B. um 2,5 Uhr, zwischen 45° und 3 um 2 Uhr, zwischen 35° und 25° um 1,5 Uhr und zwisch 25° bis 0° N. B. um 1 Uhr fällt. Auch JOHN DAVY[4] giebt Uhr als die Zeit des Maximums an, allein dieses war auf d See, statt dafs v. HUMBOLDT[5] unter 2° 10′ N. B. dieses a 2 Uhr setzt. Der Einflufs des Meeres und der Seewin zeigt sich in dieser Beziehung noch stärker auf manchen In seln und Meeresküsten, denn nach THIBAUT DE CHANVA LON[6] ist die Zeit des Maximums der täglichen Wärme unt niederen Breiten 1 Uhr, nie später als 1,5 Uhr, zuweilen sch zwischen 11 bis 12 Uhr, und nach LE GENTIL[7] auf Po dichery sogar zwischen 9 bis 11 Uhr, welches nach FAL auch zu Tunis bei Nord- und Nordostwinden statt findet.

Ueber das Verhalten der täglichen Wärme unter hoh Breiten ist BAER[9] durch Zusammenstellung der später zu wähnenden Beobachtungen zu Jemteland, Enontekis, Boo und auf Novaja Semlia zu einigen interessanten Resultaten langt. Nach seiner Ansicht fällt die gröfste tägliche Wär unter hohen Breiten zwar gleichfalls auf verschiedene Stund tritt aber im Ganzen früher ein, als unter niederen Breit Auf Novaja Semlia unter 73° N. B. an der westlichen Kü ist vom März bis September die Wärme um 12 Uhr Mitt

1 V. KRUSENSTERN Reise. Th. III. Anh.
2 v. Zach Monatl. Correspondenz Th. XV. S. 51.
3 Physisch-chem. Schriften von v. CRELL. Berl. 1783. Th. III. 140. nach KÄMTZ Met. I. 85.
4 G. LXVI. 117.
5 Journ. de Phys. T. LXVI. p. 425.
6 Voyage à la Martinique. 1763.
7 Voyage T. I. p. 484. Nach KÄMTZ a. a. O.
8 Poggendorff XIV. 626.
9 Bulletin scientifique publié par l'Academie impériale des Sci ces de St. Petersbourg. T. II. N.19.

beträchtlich gröfser, als um 2 Uhr, unter 71° an der Ostküste ist die Wärme vom April bis October um 2 Uhr höher als um 12 Uhr, die höchste fällt aber vor 2 Uhr und liegt im Februar und März dem Mittage sehr nahe. Ebenso berichtet v. Wrangel, dafs an der Nordküste Sibiriens die höchste Wärme nahe in die Zeit des Mittags fällt. Auch zu Boothia fällt das Maximum der täglichen Temperatur vor 2 Uhr, blofs im Juli auf diese Stunde oder etwas nach derselben. Sehr auffallend sind die Anomalieen, welche sich auf Novaja Semlia während der Wintermonate in dieser Beziehung zeigten, und zwar mit einer solchen Regelmäfsigkeit, dafs sie nicht auf Zufälligkeiten beruhen können. Dort fiel an der Westküste im November das Maximum auf 6 Uhr Nachmittags, im December nach 10 Uhr Abends, im Januar zwischen Mitternacht und 2 Uhr Morgens, und im Februar zwar nach Mittag, aber dennoch war eine Erwärmung nach Mitternacht wahrnehmbar. Die Uebersicht aller genannten Beobachtungen, insbesondere der zu Boothia angestellten, führt indefs dennoch zu dem Resultate, dafs im hohen Norden das Minimum der täglichen Temperatur bald nach Mitternacht fällt[1] und die beginnende Dämmerung einen abkühlenden Einflufs haben mufs. Auf Novaja Semlia unter 71° N. B. fällt das Minimum im November und Januar ungefähr auf 8 Uhr Morgens, unter 73° etwas später, etwa um 10 Uhr, und zu Boothia in den genannten Monaten gleichfalls auf 8 bis 9 Uhr Morgens. Uebrigens haben nicht blofs die Breitengrade, sondern auch andere Oertlichkeiten einen merklichen Einflufs auf den täglichen Gang der Temperatur. So erzählt Royle[2], dafs auf den Bergen Indiens das Thermometer von Sonnenaufgang bis 10^h Morgens steigt, dann aber wegen des scharfen Windes stationär bleibt und bei Nacht sinkt.

75) Beim täglichen Gange der Wärme verdient noch ein Umstand bemerkt zu werden, welcher zwar sehr bekannt, aber noch keineswegs genügend erklärt ist. Hauptsächlich beim Aufgange der Sonne, unmittelbar vor demselben oder während desselben,

---

1 Der anscheinende Widerspruch beider Sätze verschwindet, wenn man die höchst unbedeutende tägliche Oscillation der Wärme in den Wintermonaten berücksichtigt.

2 Biblioth. univ. 1834. p. 4. Aus Journ. of Asiat. Soc. Calcutta 1832. Mars.

weit seltener im Anfange ihrer Erhebung über den Horizont empfindet man eine auffallende Kälte, in weit geringerem Grade beim Untergange der Sonne oder unmittelbar nach demselben. Schwerlich wird man die Richtigkeit der Thatsache in Abrede stellen, da viele Tausende von Zeugen, welche dieses Phänomen beachtet haben, die Bestätigung derselben gern übernehmen würden und das eben erwähnte, durch Batz gefundene Resultat, wonach die Dämmerung abkühlend wirkt, sehr zur Bestätigung dient. Die Nerven der Menschen scheinen empfindlicher für diese kurzdauernde Entziehung der Wärme zu seyn, als die Thermometer, obwohl auch die letzteren die Sache bestätigen, wie dieses namentlich aus Pictet's[1] erwähnten Beobachtungen hervorgeht, welcher den kältesten Augenblick unmittelbar vor dem Aufgange der Sonne wahrnahm, statt dafs Miles[2] ihn eine halbe Stunde vorher setzt. Nach meinen eigenen vielfachen Erfahrungen ist die erste Zeitbestimmung in der Regel die richtigere, dafs nämlich die empfindliche Kälte unmittelbar vor Sonnenaufgang und nach ihrem Untergange eintritt, doch wird sie beim Aufgange zuweilen schon einige, bis dreifsig Minuten früher empfunden. Pictet findet die Ursache des Phänomens darin, dafs die von der Erde am Tage aufgenommene oder beim Aufgange neu in ihr erregte Wärme an der Oberfläche den Procefs der Verdampfung einleitet, wozu dann die über ihr ruhende Luftschicht einen Theil ihrer Wärme hergiebt. Auch v. Humboldt[3] leitet die Erscheinung von der Verdunstung ab, die er jedoch ungleich angemessener den zuerst auffallenden Sonnenstrahlen zuschreibt, wogegen jedoch Kämtz einwendet, dafs die unausgesetzt statt findende Verdunstung schwerlich im Augenblicke des Sonnenaufganges bedeutend vermehrt werden könne. Am wichtigsten scheint mir der Umstand zu seyn, dafs die kurze Temperaturverminderung nicht blofs vor Sonnenaufgang, sondern auch nach Sonnenuntergang statt findet und jede Erklärung beiden Erscheinungen gleichmäfsig angepafst seyn mufs. Dieses ist allerdings mehr der Fall bei der durch J. T. Mayer[4] gegebenen Erklärung, welcher

1 Vom Feuer. §. 134. S. 165. u. 170.
2 Philos. Trans. 1753. p. 526.
3 Voyage. T. XI. p. 17. T. VI. p. 80. aus Kämtz Meteorol. Th. I. S. 83.
4 Lehrbuch d. phys. Astronomie. S. 164.

lie grössere Expansion der oberen Luftschichten durch die auf ie fallenden Sonnenstrahlen und ihre hierdurch vermehrte Wärmecapacität als die wirkende Ursache betrachtet, was mit Wahlenberg's[1] Ansicht übereinstimmt. Nach Kämtz liegt lie Ursache in einer vermehrten Strahlung, bewirkt durch die in den oberen Luftschichten hervorgebrachte stärkere Auflösung der Dunstbläschen. Obgleich diese Erklärung zunächst nur auf die Morgenkälte paſst, so muſs sie doch als plausibel gelten, sobald man einmal eine Wärmestrahlung dieser Art annimmt[2].

Chiminello hat seine Beobachtungen hauptsächlich in der Absicht angestellt, um aus dem regelmäſsigen Gange der Temperatur diejenigen Stunden aufzufinden, die sich von den Extremen auf gleiche Weise entfernen, also die mittlere Wärme eines ganzen Tages angeben, und ebendieser Zweck lag auch bei den durch Brewster veranlaſsten Beobachtungen zum Grunde. Indem nämlich die Temperatur in den verschiedenen Stunden des Tags bedeutend wechselt, so kann jede einzelne Beobachtung nur die gerade zu der Zeit statt findende angeben, die jedoch für eine andere nicht paſst. Bei näherem Nachdenken ergiebt sich bald, daſs eigentlich jeder Wechsel und die Dauer einer gemessenen Temperatur aufgezeichnet, also die Summe der an einem Tage statt findenden Wärme gemessen und auf die gegebene Zeit vertheilt werden müſste[3]. Hierzu würde jedoch eine unausgesetzte Dauer des Beobachtens erforderlich seyn, ein Aufwand, welcher die Unmöglichkeit der Ausführung deutlich hervortreten läſst. Ungleich leichter wäre es daher, wenn man den Gang der täglichen Temperatur als eine Function der Erwärmung durch die Sonnenstrahlen betrachten und die Curve der täglichen Wärme auf diese Weise theoretisch bestimmen könnte. Kämtz erwähnt die wichtigsten hierüber vorhandenen Arbei-

1 De vegetatione et climate in Helvetia septent. p. LXXXVI.

2 Vergl. Art. *Wärme*.

3 Die Beobachtungen, welche Ross auf Boothia durch seine unbeschäftigten Begleiter anstellen lieſs, sind im Appendix seiner Reisebeschreibung so aufgezeichnet, daſs die Thermometergrade den Zähler und die Dauer in Stunden den Nenner eines Bruches bilden.

ten von HALLEY[1], KÄSTNER[2], L. EULER[3], TRALLES[4] u
E. SCHMIDT[5], die auf sehr verwickelte Rechnungen führ
ohne ein den Forderungen völlig genügendes Resultat zu l
fern. Beobachtungen bleiben daher das einzige Mittel, um
Gang der täglichen Temperatur aufzufinden. Verlangt r
hierbei aber völlige Genauigkeit, so müſste jede Aender
des Thermometers mit Rücksicht auf die Zeitdauer zwisc
den Aenderungen aufgezeichnet werden. Würden dann
so gefundenen Zeiten auf eine Abscissenlinie, deren ga
Länge als Einheit die Tageslänge ausdrückte, aufgetragen
auf die so gegebenen Puncte die Temperaturen als Ordinaten
fällt, so gäbe eine Curve durch die Endpuncte der letzte
die Curve der täglichen Temperatur. Wirkliche Beobachtun
zeigen jedoch bald, daſs selbst während der Dauer weni
Stunden häufig Unregelmäſsigkeiten vorkommen und da
nur durch Vereinigung mehrtägiger Messungen eine den w
lichen mittleren täglichen Gang der Temperatur annähe
darstellende Curve erhalten werde[6].

76) Allein auch diese Methode ist allzu mühsam, als
sie ausführbar seyn sollte, und man nimmt daher mit ge
gendem Grunde an, daſs stündliche Beobachtungen, viele T
hindurch fortgesetzt, den wahren Gang der Temperatur a
drücken, wonach dann das Mittel aus allen diesen für
wahre mittlere Temperatur gelten kann. Selbst aber fort
setzte stündliche Beobachtungen sind wegen der beschw
chen Nachtwachen eine groſse Seltenheit und wir haben
längere Zeit fortgesetzte nur die angegebenen zweijähri
zu Leith und die gleichfalls genannten zu Boothia angest
ten, denn selbst die von Padua sind für die Nachtstun
gröſstentheils interpolirt. Unter der Voraussetzung eines
Ganzen regelmäſsigen Ganges der Temperatur ist eine sol
Interpolation allerdings statthaft. Hierfür könnte man di
eben genannte Methode der rechtwinkligen Coordinaten w
len, weil jedoch die Gröſsen nach 24 Stunden periodisch

1 Philosoph. Trans. for 1693. p. 878.
2 Hamburgisches Magazin Th. II. S. 426.
3 Comment. Petrop. T. XI. p. 82.
4 Abhandl. d. Berliner Akad. d. Wiss. 1818 u. 19. S. 57.
5 Mathemat. u. phys. Geographie. Th. II. S. 354. §. 235.
6 Vergl. KÄMTZ Meteorologie Th. I. S. 60.

hren, so bedient man sich lieber der Polarcoordinaten, man die Zeiten durch Winkel des Kreises und die dieser Winkel zugehörige Temperatur als den ihm cor-dirinenden Radius Vector betrachtet, wobei jedoch erfor-h ist, dafs die Zeiteintheilung in den 360 Graden des s aufgehe. E. SCHMIDT[1] hat diese Methode ausführlich rt. Heifst hiernach φ der Winkel, r der Radius Vector, allgemein

$$r = a + b \text{ Cos. } \varphi + c \text{ Sin. } \varphi + d \text{ Cos. } 2\varphi + \ldots,$$

sich so viele unbestimmte Coefficienten befinden, als htungen gegeben sind. Hätte man z. B. 4 Beobachtun-o würden diese den Winkeln 0°, 90°, 180°, 270° zu-n und es wäre

$$r = a + b \text{ Cos. } \varphi + c \text{ Sin. } \varphi + d \text{ Cos. } 2\varphi.$$

s den Beobachtungen erhaltenen, den Winkeln zuge-Werthe für r seyen dann A, B, C, D, so hat man

$$A = a + b + d, \quad B = a + c - d,$$
$$C = a - b + d, \quad D = a - c - d,$$

an erhält

$$a = \frac{A + B + C + D}{4},$$

$$b = \frac{A - C}{2},$$

$$c = \frac{B - D}{2},$$

$$d = \frac{A - B + C - D}{4}.$$

e gröfsere Zahl von Coefficienten, z. B. die den zwölf bei periodischer jährlicher Wiederkehr oder den 24 des Tags zugehörigen Beobachtungen, wird dieses n ausnehmend verwickelt, und man bedient sich daher gemein derjenigen Formel, die durch BESSEL, BOUVARD[2], RÖM, DOVE und insbesondere durch KÄMTZ für die nde und ähnliche Aufgaben in Anwendung ge-vorden ist[3].

---

[1] Mathematische und physische Geographie Th. II. S. 279.
[2] Mém. de l'Acad. des Sciences de l'Instit. T. VII. p. 300.
[3] ie ist im Art. *Meteorologie*. Bd. VI. S. 1875 für stündliche Ba-eobachtungen bereits erläutert worden, und da für stündliche l.

77) Als Grundlage aller unserer Bestimmungen über täglichen Gang der Wärme dienen bis jetzt noch die d CHIMINELLO zu Padua angestellten und die durch BREW zu Leith veranstalteten Beobachtungen. Die ersteren SCHOUW[1] durch Interpolation für die einzelnen Monate Jahrszeiten und für das ganze Jahr berechnet mitget KÄMTZ[2] aber nach der angegebenen Formel für die einz Monate abermals berechnet und in einer Tabelle zusam gestellt, die ich hier wiedergebe. Zur Bestimmung des chen Ganges der Temperatur ist aber neuerdings noch höchst schätzbarer Beitrag durch die Beobachtungen hin kommen, welche Capitain Ross zu Boothia vom October bis zum März 1832 unter 70° 0′ bis 70° 2′ N. B. und 34′ bis 91° 53′ w. L. v. G. stündlich anstellen liefs, durch diejenigen, welche durch die russische Expedition Novaja Semlia in der karischen Pforte unter 70° 37′ an südöstlichen Seite der Insel und zu Matotschkin-Schar 73° N. B. auf der Westküste von zwei zu zwei Stu täglich angestellt worden sind. Beide sind durch BAE Tabellen gebracht worden und gewähren auf diese Weise die gewünschte Uebersicht.

Thermometerbeobachtungen diese Formel unverändert in Anw kommt, so genügt es, dorthin zu verweisen. Vergl. Schw Journ. Th. XLVII. Hft. 4. Th. XLVIII. Hft. 1.

1 Pflanzengeographie. S. 57.

2 Meteorologie Th. I. S. 70.

3 Bulletin scientifique de l'Acad. des Sc. de St. Peters T. II. N. 20.

Wir geben diese fünf Tabellen, nämlich also die für Pa-
a und Leith nach Kämtz, für Boothia nach Ross, für
karische Pforte und Matotschkin-Schar nach
n, auf den folgenden Seiten in einer solchen Anordnung
Druckes, dafs jede ungetheilt auf einen Blick übersehen
en kann.

Mittlerer täglicher Gang der Wärme in den

Stunde	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni
Mittag	5°,01	6°,42	9°,44	14°,72	23°,27	24°,92
1	5,46	6,85	9,81	15,08	23,54	25,13
2	5,61	6,96	9,96	15,42	23,68	25,25
3	5,49	6,80	9,93	15,61	23,63	25,20
4	5,19	6,51	9,77	15,64	23,27	24,83
5	4,81	6,19	9,50	15,45	22,58	24,11
6	4,44	5,91	9,13	15,02	21,60	23,11
7	4,12	5,65	8,69	14,43	20,53	22,00
8	3,86	5,39	8,22	13,71	19,55	21,04
9	3,64	5,09	7,78	13,07	18,78	20,32
10	3,46	4,79	7,41	12,38	18,24	19,89
11	3,31	4,50	7,13	12,24	17,84	19,62
Mittern.	3,18	4,27	6,89	11,97	17,44	19,39
1	3,08	4,10	6,63	11,63	16,95	19,09
2	2,97	3,94	6,30	11,28	16,45	18,78
3	2,83	3,75	5,91	10,83	16,09	18,60
4	2,63	3,48	5,53	10,44	16,09	18,74
5	2,40	3,18	5,28	10,25	16,59	19,32
6	2,22	2,96	5,28	10,41	17,57	20,29
7	2,19	2,95	5,61	10,96	18,85	21,48
8	2,40	3,27	6,26	11,71	20,19	22,63
9	2,88	3,91	7,11	12,61	21,37	23,58
10	3,57	4,78	8,02	13,46	22,26	24,24
11	4,34	5,68	8,83	14,17	22,87	24,65

Auch die durch Brewster veranlafsten Beobachtungen
Kämtz nicht blofs durch eine mühsame Reduction auf
tesimalgrade leichter vergleichbar gemacht, sondern auc
in ihnen vorhandenen Unregelmäfsigkeiten durch Anwen

einzelnen Monaten zu Padua nach Kämtz.

Stunde	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
Mittag	30°,04	26°,70	21°,27	16°,86	10°,48	5°,85
1	30,31	27,10	21,66	17,31	10,88	5,26
2	30,46	27,30	21,77	17,49	10,79	5,26
3	30,35	27,24	21,58	17,38	10,28	5,91
4	29,83	26,81	21,11	17,01	9,52	5,35
5	28,86	25,93	20,44	16,44	8,72	4,77
6	27,54	24,70	19,67	15,80	8,03	4,30
7	26,14	23,34	18,94	15,19	7,53	3,97
8	24,95	22,14	18,34	14,81	7,20	3,74
9	24,13	21,30	17,92	14,38	6,99	3,54
10	23,67	20,85	17,63	14,21	6,83	3,33
11	23,39	20,63	17,36	14,11	6,70	3,11
Mittern.	23,07	20,41	17,01	14,00	6,57	2,91
1	22,59	20,00	16,53	13,83	6,45	2,77
2	22,03	19,36	15,95	13,58	6,33	2,69
3	21,62	18,70	15,41	13,30	6,18	2,62
4	21,65	18,33	15,09	13,06	6,02	2,53
5	22,31	18,51	15,12	12,95	5,88	2,41
6	23,57	19,36	15,57	13,05	5,87	2,32
7	25,17	20,74	16,39	13,38	6,09	2,37
8	26,79	22,37	17,45	13,92	6,63	2,66
9	28,13	23,93	18,60	14,64	7,50	3,31
10	29,07	25,12	19,69	15,43	8,58	4,16
11	29,66	26,10	20,59	16,20	9,65	5,09

r genannten Formel mehr entfernt. Die hiernach verßerten Bestimmungen sind in der nachfolgenden Tabelle thalten.

Mittlerer täglicher Gang der Wärme in den

Stunde	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni
Mittag	5°,48	5°,70	6°,08	9°,95	11°,36	14°,83
1	5,72	5,99	6,52	10,22	11,66	15,10
2	5,84	6,08	6,76	10,40	11,95	15,33
3	5,83	5,96	6,81	10,54	12,18	15,51
4	5,69	5,70	6,66	10,56	12,29	15,58
5	5,49	5,38	6,37	10,38	12,17	15,45
6	5,27	5,05	5,97	9,94	11,80	15,07
7	5,08	4,78	5,52	9,25	11,22	14,47
8	4,98	4,56	5,09	8,43	10,54	13,73
9	4,90	4,40	4,71	7,64	9,90	13,00
10	4,86	4,28	4,40	7,03	9,37	12,39
11	4,81	4,22	4,17	6,61	8,96	11,97
Mittern.	4,75	4,21	4,00	6,32	8,63	11,67
1	4,69	4,23	3,85	6,03	8,30	11,47
2	4,62	4,27	3,70	5,67	7,96	11,30
3	4,57	4,28	3,55	5,25	7,65	11,14
4	4,52	4,22	3,41	4,90	7,47	11,07
5	4,49	4,12	3,31	5,81	7,53	11,15
6	4,47	4,00	3,32	5,10	7,88	11,46
7	4,48	3,95	3,48	5,81	8,48	11,99
8	4,45	4,05	3,81	6,81	9,21	12,68
9	4,68	4,32	4,30	7,88	9,94	13,38
10	4,90	4,75	4,90	8,82	10,55	14,00
11	5,19	5,25	5,52	9,51	11,01	14,46

einzelnen Monaten zu Leith nach Kämtz.

Stunde	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
Mittag	17°,46	16°,17	15°,33	11°,00	6°,17	4°,98
1	17,70	16,41	15,67	11,18	6,45	5,13
2	17,93	16,60	15,85	11,14	6,51	5,12
3	18,16	16,75	15,85	10,90	6,35	4,97
4	18,30	16,80	15,68	10,56	6,06	4,73
5	18,26	16,67	15,32	10,18	5,73	4,48
6	17,93	16,28	14,80	9,81	5,44	4,29
7	17,31	15,67	14,22	9,46	5,20	4,16
8	16,48	14,94	13,64	9,20	5,01	4,10
9	15,60	14,23	13,16	8,99	4,84	4,06
10	14,81	13,68	12,81	8,88	4,66	4,03
11	14,21	13,31	12,57	8,85	4,48	3,99
Mittern.	13,79	13,11	12,38	8,88	4,33	3,95
1	13,50	12,97	12,19	8,93	4,25	3,92
2	13,28	12,82	11,94	8,93	4,24	3,92
3	13,12	12,65	11,68	8,85	4,27	3,92
4	13,06	12,53	11,48	8,70	4,32	3,90
5	13,21	12,56	11,44	8,53	4,34	3,86
6	13,61	12,83	11,64	8,45	4,35	3,82
7	14,28	13,34	12,08	8,56	4,39	3,82
8	15,10	14,03	12,72	8,88	4,53	3,91
9	15,92	14,74	13,46	9,40	4,82	4,11
10	16,62	15,38	14,19	10,01	5,25	4,39
11	17,12	15,85	14,83	10,59	5,74	4,71

Mittlerer täglicher Gang der Wärme in den

Stunde	Januar	Februar	März	April	Mai
Mittag	−32°,62	−34°,68	−30°,29	−15°,37	−6°,27
1	− 32,26	− 34,19	− 29,80	− 15,18	− 5,91
2	− 32,41	− 34,25	− 29,91	− 15,26	− 6,07
3	− 32,51	− 34,72	− 30,31	− 15,55	− 6,14
4	− 32,50	− 35,19	− 31,18	− 16,23	− 6,69
5	− 32,42	− 35,57	− 32,40	− 17,29	− 7,45
6	− 32,43	− 35,71	− 33,45	− 18,12	− 8,16
7	− 32,48	− 35,99	− 34,23	− 19,10	− 8,78
8	− 32,56	− 36,05	− 34,66	− 19,94	− 9,48
9	− 32,65	− 36,26	− 35,04	− 20,75	−10,18
10	− 32,59	− 36,36	− 35,35	− 21,24	−11 01
11	− 32,57	− 36,35	− 35,63	− 21,54	−11,38
Mittern.	− 32,60	− 36,38	− 35,68	− 21,78	−11,75
1	− 32,73	− 35,89	− 36,24	− 21,78	−12,89
2	− 32,77	− 35,98	− 36,28	− 21,84	−12,75
3	− 32,71	− 36,00	− 36,37	− 21,95	−12,48
4	− 32,73	− 35,98	− 36,48	− 21,82	−11,91
5	− 32,78	− 35,98	− 37,12	− 21,60	−11,25
6	− 32,69	− 35,95	− 37,04	− 21,09	−10,52
7	− 32,68	− 35,90	− 36,25	− 20,07	− 9,70
8	− 32,74	− 35,88	− 35,49	− 18,77	− 9,00
9	− 32,64	− 35,59	− 33,91	− 17,70	− 8,00
10	− 32,68	− 35,41	− 32,55	− 16,76	− 7,22
11	− 32,57	− 35,07	− 31,37	− 16,04	− 6,52

einzelnen Monaten zu Boothia nach Ross.

Juli	Aug.	Sept.	October	Nov.	Dec.
7°,02	5°,02	—2°,64	—11°,69	—20°,86	—30°,18
7,22	5,24	— 2,43	— 11,67	— 20,91	— 30,16
7,41	5,32	— 2,47	— 11,84	— 21,06	— 30,14
7,35	5,29	— 2,58	— 12,05	— 21,26	— 30,23
7,24	5,21	— 2,74	— 12,25	— 21,48	— 30,34
6,55	4,82	— 3,15	— 12,53	— 21,63	— 30,31
6,15	4,43	— 3,49	— 12,74	— 21,69	— 30,35
5,58	4,39	— 3,82	— 12,87	— 21,73	— 30,42
5,07	3,97	— 4,01	— 12,83	— 21,84	— 30,51
4,56	3,31	— 4,24	— 12,78	— 21,65	— 30,44
3,86	2,68	— 4,27	— 12,82	— 21,75	— 30,48
3,71	2,22	— 4,35	— 12,92	— 21,77	— 30,48
3,21	2,07	— 4,51	— 12,88	— 21,76	— 30,46
2,80	2,01	— 4,45	— 12,96	— 20,93	— 30,04
2,99	2,11	— 4,47	— 12,88	— 21,03	— 30,48
3,05	2,19	— 4,52	— 12,92	— 21,03	— 30,55
3,42	2,41	— 4,54	— 12,93	— 21,00	— 30,40
3,95	2,44	— 4,47	— 12,98	— 21,04	— 30,34
4,42	2,61	— 4,38	— 12,84	— 21,12	— 30,25
4,87	3,01	— 4,04	— 12,76	— 21,20	— 30,16
5,13	3,34	— 3,58	— 12,60	— 21,24	— 30,21
5,59	3,87	— 3,39	— 12,15	— 21,35	— 30,26
6,05	4,25	— 3,14	— 12,06	— 21,20	— 30,22
6,50	4,69	— 2,77	— 11,80	— 21,00	— 30,19

Mittlerer täglicher Gang der Wärme in den

Stunden	Jan.	Febr.	März	April	Mai
Mittag	—19°,12	—16°,77	—20°,57	—13°,10	—5°,33
2	— 18,94	— 16,79	— 20,61	— 12,48	— 5,31
4	— 18,29	— 17,65	— 21,74	— 12,88	— 6,01
6	— 18,81	— 17,70	— 23,08	— 14,60	— 7,12
8	— 19,25	— 18,06	— 24,23	— 16,52	— 8,06
10	— 19,50	— 18,67	— 24,87	— 17,95	— 9,98
Mittern.	— 19,78	— 18,01	— 25,54	— 18,92	—10,74
2	— 19,78	— 18,09	— 25,95	— 19,36	—10,77
4	— 19,75	— 18,31	— 26,14	— 18,99	—10,34
6	— 19,80	— 17,95	— 25,41	— 17,69	— 9,38
8	— 19,91	— 17,38	— 24,54	— 15,71	— 7,61
10	— 19,62	— 17,27	— 21,83	— 13,93	— 5,99

Mittlerer täglicher Gang der Wärme in den

Stunden	Jan.	Febr.	März	April	Mai
Mittag	—15°,10	—22°,02	—14°,08	—10°,54	—3°,42
2	— 15,63	— 21,85	— 14,23	— 11,33	— 4,03
4	— 15,62	— 21,96	— 14,42	— 12,28	— 5,08
6	— 15,38	— 22,16	— 14,90	— 13,02	— 6,75
8	— 15,56	— 22,20	— 15,11	— 14,03	— 8,08
10	— 15,62	— 22,25	— 15,47	— 15,21	— 9,29
Mittern.	— 15,15	— 22,44	— 15,42	— 15,31	—10,19
2	— 15,00	— 22,16	— 16,22	— 15,00	— 9,48
4	— 15,18	— 21,95	— 16,67	— 14,67	— 8,64
6	— 15,36	— 22,06	— 16,28	— 13,84	— 7,16
8	— 15,29	— 21,99	— 15,67	— 12,15	— 5,44
10	— 15,89	— 21,94	— 15,16	— 11,12	— 4,17

einzelnen Monaten in der karischen Pforte nach BAER.

Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
3°,60	3°,82	—0°,21	—6°,13	—15°,90	—10°,07
3,65	3,91		— 6,09	— 15,84	— 10,51
3,57	3,90	— 0,48	— 6,32	— 15,51	— 10,80
3,06	3,71		— 6,63	— 15,41	— 10,90
2,26	2,58	— 1,25	— 6,62	— 15,48	— 11,26
1,27	2,43		— 6,58	— 15,40	— 11,78
0,59	2,17	— 1,43	— 6,49	— 15,96	— 11,63
0,90	2,35		— 6,59	— 16,11	— 11,34
1,37	2,44	— 1,82	— 6,54	— 16,25	— 11,15
2,12	2,78		— 6,76	— 16,31	— 10,61
2,74	3,12	— 1,43	— 7,15	— 16,87	— 10,30
3,57	3,47		— 6,24	— 16,69	— 10,27

einzelnen Monaten zu Matotschkin-Schar nach BAER.

Juli	Aug.	Sept.	Octob.	Nov.	Dec.
5°,89	6°,39	1°,04	—5°,04	—13°,07	—19°,95
5,57	5,65		— 5,40	— 12,91	— 19,70
5,23	5,44	— 0,13	— 5,27	— 12,82	— 19,35
5,03	4,92		— 6,01	— 12,62	— 19,26
4,48	4,76	— 0,34	— 5,59	— 12,79	— 19,18
3,91	4,39		— 5,80	— 12,85	— 18,96
3,12	4,22	— 1,56	— 5,09	— 12,71	— 19,56
2,87	4,03		— 4,32	— 12,76	— 19,69
3,35	3,94	— 1,36	— 6,09	— 12,97	— 20,00
3,68	4,63		— 5,32	— 13,13	— 20,19
4,76	5,45	— 0,69	— 5,49	— 13,20	— 20,32
5,20	5,70		— 5,46	— 13,22	— 20,05

78) Aufser der Kenntnifs des bisher untersuchten Gan der täglichen Temperatur im Allgemeinen und der Zeiten, welche die täglichen Maxima und Minima fallen, wird Auffindung der mittleren täglichen Temperatur hauptsäch erfordert, die Gröfse der Oscillation der Wärme zu kenn allein einer genauen Bestimmung derselben stellen sich bed tende Hindernisse entgegen, indem die Unterschiede der hö sten und tiefsten täglichen Thermometerstände in den versch denen Jahreszeiten und unter ungleichen Breiten sehr einander abweichen, einzelne auffallende Anomalieen nicht rechnet. Aus den monatlichen Mitteln der stündlichen Be achtungen zu Pavia und Leith stellt Kämtz[1] folgende Ta der mittleren täglichen Oscillationen oder des Unterschie zwischen den täglichen Maximis und Minimis zusammen.

Monat	Padua	Leith	Monat	Padua	Lei
Januar	3°,45	1°,47	Juli	9°,39	5°,10
Februar	4,00	1,96	August	8,96	4,0
März	4,75	3,38	September	6,88	4,4
April	5,23	5,67	October	4,49	2,7
Mai	7,60	4,55	November	5,17	2,
Juni	6,67	4,34	December	4,11	1,

An beiden Orten ist der Unterschied im Sommer gröfser, im Winter, und der absolute Werth desselben ist zu Pa gröfser als zu Leith, denn er beträgt im Mittel für das g Jahr dort 5°,89, hier 3°,44, was jedoch mehr der Nähe Meeres, als der höheren Breite beizumessen ist.

Die so eben erst bekannt gewordenen Beobachtungen, w che Quetelet[2] zu Brüssel veranstaltete, geben nicht M eine ungleich stärkere tägliche Oscillation, sondern zeigen a einen bedeutenden Unterschied derselben in den einzelnen J ren, wie aus folgender Uebersicht hervorgeht.

---

1 Meteorologie. Th. I. S. 87.

2 Mémoire sur les Variations diurne et annuelle de la Temp ture. Brux. 1837. p. 13.

Monate	1833	1834	1835	1836	Mittel
Januar	5°,33	4°,7	5°,0	5°,6	5°,1
Februar	5,55	6,0	4,9	5,5	5,5
März	6,46	7,2	7,3	6,5	6,9
April	9,07	8,6	8,1	7,3	8,3
Mai	11,03	10,4	8,8	9,5	10,2
Juni	11,62	10,2	10,4	9,4	10,4
Juli	10,27	10,1	12,6	10,3	10,8
August	10,23	8,6	10,4	9,5	9,7
September	8,26	10,0	7,9	7,2	8,3
October	8,25	7,9	6,6	6,5	7,3
November	6,17	5,7	5,4	5,4	5,7
December	5,22	4,8	5,4	4,2	4,9
Mittel	8,21	7,9	7,8	7,2	7,8

Aus der Curve der täglichen Oscillationen ergiebt sich, daſs diese nicht bloſs in den Sommermonaten gröſser sind, sondern es fallen auch nach genauerer Bestimmung das Minimum auf den 24sten December, das Maximum auf den 7ten Juli und die beiden Media auf den 2ten April und den 1sten Oct., das Minimum tritt also gleich nach dem Wintersolstitium, das Maximum etwas später nach dem Sommersolstitium ein, die beiden Medien liegen gleich weit von den Nachtgleichpuncten, woraus hervorgeht, daſs die Gröſse der täglichen Variationen durch die Höhe der Sonne bedingt wird. Einige Eigenthümlichkeiten, welche unter hohen Breiten zum Vorschein kommen, sollen später erwähnt werden.

79) Stündliche Beobachtungen geben nicht die absoluten Maxima und Minima der täglichen Temperaturen und die aus ihnen entnommenen Gröſsen der täglichen Variationen können daher nicht für absolut genau gelten. Solche Resultate sind nur durch Thermometrographen zu erhalten, wovon man jedoch bisher noch nicht genügende Anwendung gemacht hat. Um so schätzbarer sind die Beobachtungen der täglichen Extreme zu Maestricht in den Jahren 1826 bis 1830, die Crahay[1] mit einem Rutherford'schen Minimum-Thermometer und durch Beachtung der gröſsten Wärme am Tage angestellt hat. Eine tabellarische Zusammenstellung der Resultate giebt folgende Werthe.

1 Mémoire sur la Météorologie. p. 25.

Monate	Mittlere tägliche Maxima	Mittlere tägliche Minima	Unterschiede	Halbe Summe
Januar . . .	0°,81	−3°,55	4°,36	−1°,37
Februar . .	4,82	− 0,73	5,55	2,05
März	9,06	2,76	6,30	5,91
April . . .	14,01	5,93	8,08	9,97
Mai	18,66	9,66	9,00	14,16
Juni	21,48	12,50	8,98	16,99
Juli	23,11	14,75	8,36	18,93
August . .	21,65	13,56	8,09	17,61
September	18,46	11,14	7,32	14,80
October . .	14,66	8,13	6,53	11,40
November	7,68	3,17	4,51	5,43
December	5,28	1,56	3,72	3,42
Jahr	13,31	6,57	6,73	9,95

Auch hier ist die tägliche Schwankung in den Sommermonaten am stärksten und wächst im Ganzen vom Wintersolstitium an gerechnet stärker, als sie vom Sommersolstitium an abnimmt, weswegen sie, gegen die gewöhnliche Regel, im Mai schon das Maximum erreicht.

80) Ungleich häufiger sind Beobachtungen, welche Morgens bei Sonnenaufgang und Nachmittags um 2 oder 3 Uhr angestellt wurden und die in den meisten Fällen als solche gelten können, die das Minimum und das Maximum der täglichen Temperatur angeben. Dahin gehören unter andern die durch Meermann zu Frankfurt a. M. von 1758 bis 1777 täglich Morgens und Nachmittags beobachteten Minima und Maxima, welche Thilo[1] aus dessen Registern tabellarisch zusammengestellt hat. Hieraus ergiebt sich, dafs die täglichen Unterschiede im Sommer gröfser sind als im Winter, im Frühjahr gröfser als im Herbst, in gleichen Abständen nahe vor und nach dem Solstitium aber einander fast genau gleich kommen; im Mittel für das ganze Jahr beträgt die tägliche Oscillation 7°,29 C., liegt also mit einem unbedeutenden Unterschiede zwischen den zu Brüssel und Maestricht gefundenen Bestimmungen ungefähr in der Mitte. Auch nach Cotte[2] sind die täglichen Oscillationen im Sommer stärker als im Winter und das Minimum der täglichen Temperatur fällt vor Sonnenauf-

1 Schweigger's Journ. Th. LVII. S. 257.
2 Journ. de Phys. T. XLIV. p. 233.

ıng. Die Beobachtungen, welche Egen[1] zwölf Jahre anhal-
nd in Elberfeld unter 51° 15′ 24″ N. B. und 4° 49′ östl. Länge
on Greenwich angestellt hat, geben wegen ihrer Genauigkeit
n vorzügliches Mittel an die Hand, die täglichen Oscillatio-
en unter dieser Breite kennen zu lernen, und bestätigen den
atz, dafs sie im Sommer gröfser sind als im Winter. Sie
etrugen im Januar 10°,5, im Februar 11°,12, im März 10°,25,
m April 11°,87, im Mai 11°,87, im Juni 11°,62, im Juli 11°,62,
m August 12°,75, im September 13°,12, im October 13°,5,
m November 8°,37, im December 7°,5, also im ganzen Jahre
m Mittel 11°,17. Anderweitige tägliche Oscillationen an den-
enigen Orten, wo dieselben genauer beobachtet wurden, sind
lurch Schouw[2] und Kämtz[3] zusammengestellt worden.

Monate	Apenrade[4]	London[5]	Paris[6]	Zürich[7]	Chur[8]	Avignon[9]	Palermo[10]
Januar . .	3°,7	4°,9	4°,0	4°,0	4°,9	4°,6	5°,2
Februar .	3,8	6,1	5,4	4,7	5,9	4,5	6,1
März . . .	5,4	7,1	6,9	6,5	8,2	5,5	7,1
April . . .	9,1	8,8	9,4	8,2	8,9	6,5	6,2
Mai . . .	11,2	9,7	9,4	9,5	10,1	8,2	8,0
Juni . . .	11,7	10,4	9,8	8,7	9,6	10,6	8,1
Juli . . .	9,2	9,8	9,6	9,0	9,3	10,6	8,2
August . .	8,3	9,6	9,5	8,3	8,8	9,3	7,9
September	8,4	9,4	9,8	7,3	8,2	8,1	7,5
October .	6,9	7,5	7,3	6,2	7,1	6,6	7,0
November	3,4	5,9	4,8	3,5	4,8	4,5	5,9
December	3,0	4,9	3,9	3,3	4,1	3,8	5,0

1 Berghaus Ann. Th. V. S. 327.
2 Klimatologie. Hft. 1. S. 130.
3 Meteorologie. Th. II. S. 11.
4 Neuber's Beobachtungen bei Schouw.
5 Howard's Beobachtungen ebend.
6 10jähr. Beob. (1816 bis 1825) bei Kämtz.
7 Horner's Beobachtungen bei Schouw.
8 5jähr. Beobachtungen aus Wahlenberg de climate etc. bei
chouw.
9 5jähr. Beobachtungen aus Guerin déscription de la fontaine
le Vaucluse, Avign. 1813, ebend.
10 5jähr. Beobachtungen von Marabitti in Scina Topografia di
Palermo, Palermo 1818, ebend.

Aus dieser Tabelle ersieht man, dafs die verschiedenen B-
dingungen sich wechselseitig compensiren. Zu Palermo s
die Unterschiede im Ganzen gröfser, als man bei der Nähe d
See erwarten sollte, und es mag die Ursache hiervon in den Lu
strömungen liegen, die von den benachbarten beeisten Ber
herabkommen; zu Apenrade sind sie im Winter am kleins
im Sommer am gröfsten, was mit bereits erwähnten Erfahru
gen übereinkommt. Der Feuchtigkeitszustand der Atmosph
hat auf die tägliche Oscillation einen merklichen Einflufs, i
dem die Unterschiede bei heiterem Himmel im Ganzen a
gröfsten sind, es sey denn, dafs entstehende Gewitter o
eintretende Regenschauer eine bedeutende Temperaturverä
derung erzeugen. Bei feuchter Atmosphäre kann die Tem
ratur nicht tiefer herabsinken, als bis zum Thaupuncte, w
dann die latente Wärme des Dampfes frei wird, wie Ande
son[1] und August[2] durch Messungen bestätigt haben. V. Hu
boldt[3] berichtet, dafs in Oberguiana unter 2° N. B. we
der beständigen Regen in Folge der unermefslichen Urw
der Unterschied der Temperatur bei Tage und bei Nacht n
0°,9 C., zwischen 4° und 8° N. B. nur 2° C. betrage.
gleiche Weise fand Luccok[4] bei seinen einige Zeit zu V
Ricca in Brasilien angestellten Beobachtungen, dafs wegen
regnerischen Witterung, die sich meistens erst gegen M
aufklärt, die Temperatur vom Morgen bis zum Mittag nur
2°,78 C. verschieden war, und Martin[5] erwähnt, dafs
Chartum unweit Sennaar das Thermometer drei Tage anhal
32°,5 C. bis 35° zeigte, obgleich nach Bruce die Temp
tur während der zweiten Regenperiode meistens anhaltend
26° bis 27°,5 beträgt. Hiernach sind also auch dort bei
hen und niederen Temperaturen die täglichen Oscillatio
nur gering. Der Einflufs der Breite ist gleichfalls nicht
verkennen, denn nach Schouw[6] beträgt die gröfste tägl
Veränderung im mittleren Europa 7°,22 C., nach v. Humbol

1 Edinburgh Philos. Journ. N. XXI. p. 161.
2 Poggendorff Ann. V. 340.
3 Reisen. D. Ueb. Th. IV. S. 299.
4 Bemerkungen über Rio-Janeiro. Weim. 1822. Th. II. S. –
5 Edinb. New Phil. Journ. N. XIII. p. 98.
6 Edinburgh Phil. Journ. N. IX. p. 186.
7 Journ. de Physique cet. T. LXVI. p. 425.

rägt sie aber unter 2° 10′ N. B. in America nur 3°,4 C., ›bei jedoch einzelne außerordentliche Fälle nicht berücksicht worden sind. Von 46° bis 49° N. B. beträgt der Unterschied : mittleren Temperatur des ganzen Tages und der höchsten Mittage nach v. HUMBOLDT nur 3° C., für Paris nach ɪAGO[1] fast 4°, für Clermont nach RAMOND nur 3°,7. Durch nahme der Höhe und Verminderung der Breite wird der gliche Unterschied bedeutend geringer, denn nach HAMILɪs[2] ist unter 27° 41′ N. B. die mittlere Temperatur des Mitgs nur 1°,6 größer als die des Tages und auf der Hochene von Quito ändert sich die Wärme oft mehrere Tage ndurch gar nicht. Der Einfluß der Höhe zeigt sich deuth durch die Vergleichung der Thermometerstände zu Genf[3] ıd auf dem Bernhard[4]. Es waren nämlich die täglichen Unrschiede in Centesimalgraden:

Monat	Genf	St. Bernhard	Monat	Genf	St. Bernhard
Januar	4°,0	4°,9	Juli	9°,5	5°,6
Februar	6,0	5,8	August	9,6	5,8
März	7,8	6,9	Septemb.	8,7	4,9
April	9,4	7,7	October	6,5	4,1
Mai	9,7	8,2	Novemb.	5,2	4,2
Juni	9,6	6,9	Decemb.	4,1	3,7

ermittelst der oben §. 76 angegebenen Interpolationsformel ndet KÄMTZ den Tag des größten und kleinsten Unterchiedes:

1 Ann. de Chim. et Phys. T. XIV. p. 14.

2 Account of the Kingdom of Nepaul cet. 1819. p. 70.

3 Aus 10jähr. Beobachtungen bei SCHOUW und 8jähr. bei KÄMTZ ıs der Bibl. univ., die letzten 3jähr. mit Thermometrographen.

4 Aus 8jähr. Beobachtungen in Bibl. univ. bei KÄMTZ. Der Unrschied zwischen den Maximis an beiden Stationen und den Minimis leichfalls an beiden Stationen war am stärksten in den Monaten Juli, ugust und September, betrug aber im Ganzen nur 7°,2 für die Maima und 9°,0 für die Minima. Bibl. univ. T. X. sqq.

	Gröfster Unterschied	Kleinster Unterschied
London	2 Juli	1 Januar
Paris	29 Juli	29 December
Genf	1 Juni	23 December
St. Bernhard . .	28 April	1 December
Avignon	12 Juli	1 Januar
Palermo	27 Juli	25 December.

Hiernach fällt im Mittel das Maximum mit Ausschlufs Genf und dem St. Bernhard auf den 17ten Juli, das Mi mum mit Ausschlufs des St. Bernhard auf den 28sten Dec ber, was von QUETELET's aus Brüsseler Beobachtungen haltenen Bestimmungen (§. 78) wenig abweicht.

81) KÄMTZ bemerkt, dafs nicht blofs die ungleiche L der Tage diesen Unterschied erzeuge, wie SCHOUW und W LENBERG anzunehmen geneigt sind, sondern dafs dieses d den höheren Stand der Sonne geschehe, wobei für h Breiten noch insbesondere zu berücksichtigen ist, dafs die Schnee bedeckten oder gefrorenen Flächen durch die Son strahlen nicht so stark erwärmt werden können, weswege Unterschied der Extreme bedeutend vermindert werden Zugleich betrachtet er den Feuchtigkeitszustand der A sphäre als hauptsächlich bedingend, was durchaus nicht felhaft ist; inzwischen darf die Richtung der Winde, Nähe des Meeres und die Nachbarschaft hoher Gebirgs gleichfalls nicht übersehn werden. KÄMTZ stellt die m ren täglichen Oscillationen, wie sie aus den unter nie Breiten angestellten Beobachtungen hervorgehn, in folg Tabelle übersichtlich zusammen.

Monat	Calcutta[1]	Seringapatam[2]	Colombo[3]	Trinconomalee[4]	Kouka[5]	Cobbé[6]
Januar	5°,8	17°,5	3°,3	1°,4	8°,8	10°,5
Februar	4,2	17,2	2,2	2,2	. . .	9,8
März	5,3	22,8	2,8	2,7	11,2	7,3
April	4,3	18,8	1,7	3,1	11,4	9,5
Mai	4,0	18,8	1,0	4,0	10,7	9,4
Juni	1,9	13,2	0,8	4,5	8,6	7,1
Juli	2,0	9,9	0,8	4,5	7,8	7,3
August	2,0	10,5	1,2	4,1	4,4	7,8
Septemb.	2,5	13,7	1,1	3,3	4,6	7,3
October	3,3	14,7	1,8	3,5	7,0	6,6
Novemb.	4,1	13,9	2,5	3,5	7,2	6,1
Decemb.	5,1	14,2	. . .	2,6	6,9	9,1

lle diese Orte liegen jenseit des nördlichen Wendekreises, ch ungefährer Bestimmung Calcutta unter 22°5 N. B., Seringpatam unter 12°,5, Colombo unter 7° und Trinconomalee nter 9° N. B., Konka unter 12°,5 und Cobbé ungefähr unter leicher Breite. Hierbei ist zuerst die Gröfse der täglichen Oscillation auffallend, die sich zu Seringapatam zeigt, ungechtet dieser Ort 2263 Par. F. Höhe hat, so dafs zwar die eitere Entfernung von den Küsten zum Theil als Ursache lten kann, zugleich aber noch andere Bedingungen einen deutenden Einflufs haben müssen. Die beiden africanischen rte liegen mitten in einem sehr grofsen Continente, und da-r sind die täglichen Oscillationen auch dort nicht gering, eiben aber doch bedeutend hinter den eben genannten zu-ck. Auffallend ist aber, dafs an allen diesen Orten, mit usnahme von Trinconomalee, die Oscillationen im Sommer ringer sind als im Winter, ganz im Gegensatze der Resul-

1 Zweijähr. Beobachtungen von Traill bei Sonnenaufgang und 3 oder 3,5 Uhr. In As. Res. T. II. p. 421.

2 Zweijähr. Beobacht. von Scarman bei Sonnenaufgang u. 3 Uhr chm. In Edinb. Journ. of Science N. X. p. 249.

3 An d. Westküste Ceylons, bei Sonnenaufgang u. 3 Uhr Nachitt. Edinb. Journ. of Sc. N. IX. p. 142.

4 An d. Ostküste Ceylons. eb.

5 In Bornu durch Oudney und Denham. Denham Narrative. p. 52.

6 In Dar-Fur von Browne, s. dessen Travels p. 475.

tate, die aus den Beobachtungen diesseit des Wendekre hervorgehn. Kämtz findet die Ursache hiervon in der Fe tigkeit der Atmosphäre, weswegen auch an beiden Orten Ceylon die Minima der Oscillationen mit den Regenzeiten sammenfallen.

82) Dafs die Unterschiede der täglichen Wärme auf Meere geringer sind und sich dieser Einflufs auf die Kü erstreckt, wie schon mehrmals erwähnt worden ist, folgt eb sehr aus der Theorie, als die Erfahrung dieses bestätigt. Luft empfängt einen grofsen Theil ihrer Wärme von der erhitzten Erdoberfläche, was auf dem Meere wegfällt[1], wegen v. Humboldt[2] zwischen Europa und Cumana s einen täglichen Unterschied von 1°,5 bis 2° beobachtete, mit die Angaben von Horner und Langsdorf übereinst men. In gröfserem Umfange geht dieses aus Simonof Beobachtungen hervor, welche auf Bellingshausen's zur Zeit der obern und untern Culmination der Sonne a stellt wurden. Auf dem Meer zwischen 9° 55′ und 3 N. B. vom 13ten bis 27ten Oct. betrug der Unterschied der Stände nur 0°,6 und war nicht gröfser auf der süd Erdhälfte zwischen 26° 42′ und 66° 52′; ja Winde und drometeore erzeugten zuweilen eine umgekehrte Oscil wie als seltene Ausnahme auch auf dem Continente vork Kleine Inseln hatten auf die Gröfse des täglichen Unter des keinen merklichen Einflufs, bei Teneriffa stieg de bis 4°,4, bei Otaheite bis 6°,6 und zu Rio de Janeir 7°,9.

83) Um den Unterschied der täglichen Oscillatione Thermometers unter hohen Breiten auf der See und im I des Landes zu überblicken, stelle ich die durch Kämt den Beobachtungen von Grape[4] zu Enontekis unter 6 und von Törnsten[5] in Jemteland unter 63° N. B. ent menen und die von Scoresby[6] an den Küsten Spitzbe

1 Vergl. *Meer*, Temperatur. Th. VI. S. 1656.
2 Voyage T. II. p. 74. bei Kämtz. Met. Th. II. S. 17.
3 Bibl. univ. T. XXXI. p. 296 sqq.
4 Wahlenberg Flora Lapp. p. XLIV.
5 Neue Schwed. Abh. Th. XII. S. 36.
6 Account of the Arctic Regions cet. T. I. App. I.

nter 76° bis 80° N. B. in den wärmeren Monaten von 1810 is 1818 gefundenen tabellarisch zusammen, denen ich die öchst interessanten, welche Ross[1] bei seinem letzten Winteraufenthalte zu Felix Harbour unter 70° N. B. und 91° 53' V. L. v. G. mit einem Thermometrographen in den Jahren om October 1829 bis Februar 1832 erhalten hat, und diejenigen hinzufüge, welche durch v. Baer[2] aus den oben erwähnten Beobachtungen auf Novaja Semlia in der Felsenbai nter 70° 37' N. B. und zu Matoschkin-Schar unter 73° N. B. ntnommen worden sind, bei denen die Oscillationen geinger ausfallen mufsten, weil blofs alle zwei Stunden beobchtet wurde.

Monat	Jemteland	Enontekis	Spitzbergen	Boothia	Felsenbai	Mat.-Schar
Januar	2°,10	4°,96	. . .	0°,52	1°,62	0°,89
Februar	4,74	4,97	. . .	2,29	1,96	0,57
März	8,37	7,16	1,94	7,32	5,56	2,59
April	7,24	5,40	2,99	6,77	6,87	4,75
Mai	8,36	3,91	2,81	6,98	5,46	6,77
Juni	9,54	4,03	1,92	6,40	4,65	5,70
Juli	7,70	4,56	1,80	4,61	3,06	3,02
August	7,20	4,06	. . .	3,31	1,74	2,45
Septemb.	6,17	4,53	. . .	2,11	1,61	2,60
October	3,80	4,93	. . .	1,21	1,10	1,05?
Novemb.	2,10	4,43	. . .	0,91	1,47	0,60
December	1,77	5,76	. . .	0,31	1,66	1,36

Die Beobachtungen zu Enontekis geben eine bedeutende Oscillation im Winter, was mit den an andern Orten erhaltenen Resultaten nicht übereinstimmt. Kämtz[3] zieht daher die Richtigkeit der angegebenen Gröfsen in Zweifel; allein auffallen mufs nothwendig, dafs zu Jemteland, Enontekis und Boothia mit dem März so starke Oscillationen der Temperatur beginnen, die nachher geringer und in den Wintermonaten fast verschwindend werden. Auch bei Spitzbergen scheint

1 Narrative of a second Voyage in search of a North-West Passage cet. Lond. 1835. 4. App.

2 Bulletin scientifique publié par l'Académie imp. des Sc. de St. Petersb. T. II. N. 19.

3 Meteorologie. Th. II. S. 20.

das nämliche Gesetz zu herrschen, wie sich wahrscheinli
herausstellen würde, wenn vom März andere als kurze u
unvollkommene Beobachtungen vorhanden wären.

84) Um die Ursachen der zu verschiedenen Zeiten u
nach der Lage der Orte ungleich grofsen täglichen Oscilla
nen aufzufinden, ist gewifs nicht ohne Interesse, neben
mittleren täglichen Oscillationen auch diejenigen zu kenn
welche ausnahmsweise von vorzüglicher Gröfse an den ein
nen verschiedenen Orten vorkommen, allein es sind hier
nur wenige Thatsachen bekannt, weil man versäumt, so
einzelne, hauptsächlich im östlichen Europa und im n
chen Asien vorkommende, unglaublich grofse tägliche We
sel aufzuzeichnen. Dafs diese auch auf dem Meere selten st
unterliegt keinem Zweifel. John Davy[1] bemerkt, dafs
gröfste von ihm zwischen 13° und 36° S. B. vom 21. Fe
bis 17. März beobachtete Differenz nicht mehr als 5° C
tragen habe, und auf der Insel Lutschu[2] unter 26° 30′ N
128° W. L. v. Gr. war Ende September die Wärme Tag
Nacht gleichmäfsig 27°,78 C. Zu Chartum, nicht weit
Sennaar, stieg nach Martin das Thermometer aufser der
genzeit meistens auf 41° bis 42°,5 und nach Bruce sti
sogar einmal bis 46°,25 C., sinkt aber dennoch bei Son
aufgang stets auf 26° bis 27° C. herab, so dafs also die t
che Oscillation dann gegen 15° C. beträgt[3]. Nicht gering
dieselbe zuweilen unter hohen Breiten, denn zu Boothia
lix[4] wechselte die Temperatur einst von — 37°,21 C.
einen Tage bis — 6°,67 am andern, welches einen Un
schied von 30°,54 C. giebt. Die genauen stündlichen A
zeichnungen des Capitain Ross setzen uns übrigens in
Stand, nicht blofs die bereits angegebenen mittleren tägli
Oscillationen in jenen unwirthbaren Gegenden zu kennen,
dern auch die an einzelnen Tagen wahrgenommenen Ma
und Minima der täglichen Oscillationen, d. h. den a
luten Unterschied zwischen der höchsten und tiefsten an

---

1 Edinburgh Journ. of Science. N. I. p. 63.

2 Basil. Hall Entdeckungsreise nach d. Westküste von K
Weim. 1819. S. 114.

3 Edinb. New Phil. Journ. N. XIII. p. 98.

4 Ross Narrative of a second Voyage cet. p. 274.

chen Tage beobachteten Temperatur. Es finden sich
ch

Maxima		Minima	
. u. 18. Jan.	=12°,78 C.	8ten Jan.	=0°,00 C.
Febr. . .	= 14,44 —	1sten, 10ten Febr.	= 1,11 —
März . .	= 15,00 —	15., 22., 31sten März	= 2,78 —
. u. 29. April	= 14,44 —	9., 13., 25sten April	= 1,67 —
. . . .	= 15,56 —	2ten, 31sten Mai	= 3,89 —
16sten Juni	= 16,11 —	25sten Juni . .	= 2,22 —
Juli . .	= 15,00 —	5ten Juli . . .	= 1,11 —
ugust . .	= 11,11 —	15., 16., 24sten Aug.	= 1,11 —
September	= 13,89 —	2ten, 17ten Sept.	= 1,11 —
October .	= 13,89 —	3., 17., 18., 27. Oct.	= 1,11 —
November	= 17,78 —	6ten Nov. . . .	= 1,11 —
December	= 15,00 —	28sten Dec. . .	= 0,56 —

ist der 8te Jan. am merkwürdigsten, indem an diesem
as Thermometer 24 Stunden anhaltend unveränderlich
C. zeigte; auch ist auffallend, dafs die Minima der
n Oscillationen weit häufiger wiederkehren als die Ma-
was einen unverkennbaren Beweis liefert von der Ge-
it der Wärme in jenen hochnördlichen Gegenden, sich
1 24 Stunden nur wenig zu ändern.

ſs die Oscillationen nach den Jahreszeiten verschieden
t eine bekannte Sache, merwürdig ist aber, wenn die
anders Vertrauen verdient, dafs nach Dauxion La-
[1] der Unterschied der täglichen Wärme auf Trinidad
1° N. B. in der Regel nur 3°,4 C., im Frühjahr aber
betragen soll. V. Humboldt[2] giebt an, dafs an den
n Tagen zu Cumana das Thermometer 30° bis 32°,8
, während es bei Nacht auf 22°,5 bis 25°,6 herabsinkt,
eine Oscillation von 7°,5 bis 7°,2 hervorgeht. Zu

---

eisen nach den Inseln Trinidad, Tabago und Margaretha.
316. S. 60 u. 73.

isso Hist. Natur. des principales productions de l'Europe mé-
. Par. 1826. T. I. p. 280.

Nizza beträgt die mittlere Temperatur nach Risso[1] 15°,6, d
Mittel aus den Maximis aber 19°,3, was eine tägliche mittl
Schwankung von 7°,4 andeutet, für Marseille aber betra
nach Gambart[2] jene beiden Gröſsen 14°,4 und 16°,4, so
also die tägliche Oscillation 4° C. Solche Orte, welche n
dem Untergange der Sonne durch regelmäſsig wiederkehre
Luftströmungen abgekühlt werden, die aus hierzu geeignet g
legenen Thälern, durch Flüsse geleitet, oder von der See
in die erhitzten Luftschichten eindringen, müssen stärk
Oscillationen zeigen, als andere, wo diese Bedingungen m
geln. Die ungleiche Länge der Tage, wie einfluſsreich sie
ter mittleren Breiten seyn mag, dürfte zur allgemeinen g
genden Erklärung des Phänomens gleichfalls nicht ausreich
denn wo sie im ganzen Jahre fast gleich sind, vermöge
längeren Nächte keine sehr auffallende Abkühlung her
führen, wo sie aber ungleich sind, vermag die kurz da
Nacht die Wirkungen des längern Tages nicht ganz auf
ben. Ueberhaupt scheint die Gröſse der täglichen Oscill
nen durch mehrere zusammentreffende Ursachen beding
werden, ohne daſs sich ein allgemeines Gesetz darüber
stellen läſst. Inzwischen ist Baer bei der Betrachtung de
hochnördlichen Gegenden statt findenden zu einigen allg
neren Resultaten gelangt, welche eine nähere Berücksicht
verdienen. Zuerst findet er, daſs die täglichen Oscillati
in den nördlichen Gegenden dann am geringsten sind, w
die Sonne gar nicht über den Horizont kommt oder nicht
ter denselben hinabsinkt, doch so, daſs für den ersten
die Erscheinung sich etwas verspätet. Eigentlicher scheint
aber aus den mitgetheilten Angaben hervorzugehn, daſs
täglichen Oscillationen ohne Rücksicht auf sonstige Einfl
am geringsten werden, wenn die Sonne unter den Hori
beim Beginnen der langen Nacht hinabgesunken ist und gl
zeitig durch ihren südlicheren Stand die nördlichen Luft
mungen am wenigsten gehindert werden, daſs sie aber w
wachsen, wenn die Sonne rückkehrend den Aequator err
und über denselben hinausrückt, weil dann der Conflict
südlichen und nördlichen Luftströmungen sein Maximum

1 Ebendaselbst.
2 Connaiss. de Temps pour 1827. p. 271.

icht. Am beweisendsten sind hierfür die Beobachtungen von SCORESBY unweit Spitzbergen, wo auf der See alle Nebenbedingungen am meisten ausgeschlossen bleiben; April und Mai dürften daher als diejenigen Monate zu betrachten seyn, welche unter jenen hohen Breiten der Regel nach die Maxima der täglichen Oscillationen fallen sollten, obgleich sie sich bis zum Juni weiterrücken können. Im Ganzen ist es zwar schwierig, aus den vorhandenen Resultaten zu einer bestimmten Entscheidung zu gelangen, allein dennoch dürfte als ausgemacht zu betrachten seyn, dafs mit Ausschlufs örtlicher Einflüsse die täglichen Oscillationen unter der Linie gering sind, mit zunehmenden Breiten wachsen, dann in der Nähe des Polarkreises wieder abnehmen und unter dem Pole ihr absolutes Minimum erreichen, indem dort, namentlich während der langen Nacht, wie BAER meint, eine überall nur geringe Veränderung der Temperatur wahrnehmbar wird.

β) Dafs man zur Bestimmung der mittleren täglichen Temperatur die ganze Summe der Wärme, also das Product der gemessenen Thermometergrade in die Zeitdauer vertheilt auf die Tagsstunden, kennen müsse, ist bereits erwähnt worden, wobei zugleich bemerkt wurde, dafs diese Gröfse mit absoluter Genauigkeit zu erhalten aufser dem Bereiche der Möglichkeit liegt. Man übersieht daher bald, dafs die früher aufgestellten mittleren Temperaturen, die auf Beobachtungen zu verschiedenen beliebigen Stunden des Tages beruhn, der erforderlichen Schärfe ermangeln, und auf gleiche Weise sind die Aufzeichnungen des Morgens, Mittags und Abends, wie sie die meisten Register enthalten, gleichfalls ungenügend, vielmehr bedarf es auf jeden Fall einer genauen Bestimmung der Stunden, an denen die Aufzeichnung geschehn mufs. Eine vollständige Untersuchung der Mittel, wodurch eine scharfe Bestimmung der täglichen mittleren Temperatur zu erhalten ist, verdanken wir in den neuesten Zeiten hauptsächlich den Bemühungen von KÄMTZ[1]. Der Erste aber, welcher die Aufgabe im ganzen Umfange gründlich untersuchte, war TRALLES[2]. Dabei lagen die oben bereits angegebenen Bestimmun-

---

1 Schweigger's Journ. Th. XLVII. 420, vollständiger Meteorolo. Th. I. S. 90.

2 Berliner Denkschriften 1818. S. 411.

gen über den täglichen Gang der Temperatur zum Grun[d]
und es kam also darauf an, diejenige Curve zu finden, w[el]
che diesen, sofern er im Ganzen ein regelmäfsiges Gesetz [be]
folgt, ausdrückt, um hieraus dann mit Benutzung einiger [am]
Tage angestellter Beobachtungen die mittlere Temperatur [zu]
erhalten. TRALLES fand, dafs die Curve der täglichen Wä[rme]
aus vier parabolischen Bogen bestehe. Es sey demnach [der]
Anfang derselben bei b, und nach Verflufs einer Zeit, wel[che]
durch die Abscisse OL ausgedrückt wird, kehre sie wi[eder]
auf denselben Punct zurück, nachdem sie den höchsten, du[rch]
die Ordinate c bezeichneten Punct erreicht hat. Diese bei[den]
dem Abscissen-Intervall $=$ L zugehörigen parabolischen B[o]
gen haben die Ordinate c als gemeinschaftliche Axe. [Der]
dritte parabolische Bogen treffe mit entgegengesetzter Krü[m]
mung den Punct der niedrigsten Temperatur $= a - n$ u[nd]
der vierte erhebe sich wieder bis zur anfänglichen H[öhe].
Diese beiden letzteren haben die Ordinate der kleinsten W[är]
me zur gemeinschaftlichen Axe und ein Abscissen-Inter[vall]
$= 1 - L$. Der Inhalt der beiden ersten Parabeln $= L[b + \frac{2}{3}(c-$
bezeichnet die tägliche Wärme, wenn L einen Bruch bede[utet],
dessen Nenner $= 24$ durch die Zahl der Stunden eines T[ages]
gegeben ist; der Inhalt der beiden letzteren ist

Fig. 38.

$$= (1 - L)\left(b - \frac{2}{3}(b - a + n)\right)$$

und die Summe beider ist

$$a + \frac{2}{3}L(c - a) - \frac{1}{3}(2n(1 - L) + a - b).$$

Wählt man a so, dafs das zweite Glied $= 0$ wird, so drü[ckt]

$$a + \frac{2}{3}L(c - a)$$

die Wärme eines Tages genügend aus, weswegen aber [die]
niedrigste Temperatur bei Nacht nicht zu versäumen ist. TR[AL]
LES nimmt bei seiner Darstellung auch darauf Rücksicht, d[afs]
die Temperatur nur selten am folgenden Tage zu b' wi[eder]
zurückkehrt, sondern dafs meistens die Ordinate $= b' \pm$
wird, wie in der Zeichnung ausgedrückt ist; man darf [je]
doch dieses vernachlässigen, da β im Ganzen ebenso oft [po]
sitiv als negativ seyn wird. Für die Anwendung dieser [For]
mel mufs bemerkt werden, dafs a eine tiefe Temperatur [bei]
Nacht ist, $\frac{2}{3}L = \frac{1}{36}$ der Tagslänge und c die höchste Te[mpe]
ratur. Letztere, welche ungefähr auf 2 Uhr Nachmittags [fällt],
ist am sichersten zu beobachten, auch mufs $\frac{2}{3}L$ für jeden [Ort]

besonders berechnet werden. Am schwierigsten ist, die Zeit zu bestimmen, in welcher die Temperatur bei Nacht beobachtet werden soll; denn obgleich die nämliche Temperatur nach Sonnenaufgang wieder eintritt, so ändert sich doch dann die Wärme so schnell, dafs sich hierüber nicht mit Sicherheit etwas festsetzen läfst. Tralles nahm die Beobachtung um 1 Uhr Nachts. Die gleichen Temperaturen b und b' kommen bei der Formel nicht in Betrachtung, indefs wäre es immer der Mühe werth, zur Bestimmung derselben Beobachtungen anzustellen, da die früher angenommenen bei Sonnen-Auf- und Untergang ungenügend und nur selten einander gleich sind[1]. Es selbst fand vermittelst dieser Formel die mittlere Temperatur für Berlin = 6°,73 R. oder 8°,41 C., die mittlere Vormittags um 9 Uhr = 6°,37 R. oder 7°,94 C., welche Gröfsen nur um 0°,49 C. verschieden sind.

86) Brewster[2] benutzte die bereits erwähnten, zwei Jahre umfassenden stündlichen Beobachtungen zu Leith, um die Curve der täglichen Temperatur aufzufinden, zu welchem Zwecke die stündlichen, monatlichen und jährlichen Mittel für beide Jahre durch den jüngeren Foggo und C. Bell berechnet wurden. Aus der graphischen Darstellung der durch ganzjährige Beobachtungen für 1824 erhaltenen mittleren täglichen Wärme geht hervor, dafs das Thermometer zwischen 4 und 5 Uhr Morgens den niedrigsten Stand hat, dann regelmäfsig steigt, bis es um 3 Uhr Nachmittags sein Maximum erreicht, von welchem Zeitpuncte an es allmälig wieder bis zum Minimum sinkt. Die Periode des Steigens dauert 9 Stunden 40 Minuten, die des Sinkens 14 Stunden 20 Minuten, die mittlere Wärme des ganzen Tages fällt auf 9 Uhr 13 Min. Morgens und auf 8 Uhr 26 Min. Abends. Wird auf gleiche Weise die Curve für 1825 gezeichnet, so läuft sie mit dieser fast parallel und eine mittlere Curve aus beiden verwandelt den etwas einer geraden Linie sich nähernden Theil, welcher einigen Nachmittagsstunden zugehört, in einen regelmäfsig gekrümmten. Vereinigt man die 6 Sommermonate vom April an gerechnet, so geht die Curve des Sommers regelmäfsig herab

Fig. 39.

1 Seitdem Tralles diesen Wunsch äufserte, ist in dieser Beziehung viel geschehn, wie theils aus den bisherigen, noch mehr aber aus den folgenden Untersuchungen erhellt.

2 Edinburgh Journ. of Science. N. IX. p. 18.

von 1 Uhr Nachts bis 4 Uhr Morgens und steigt dann ebenso regelmäfsig bis 3 Uhr Nachmittags, die Wintercurve dagegen hebt sich etwas zwischen 1 und 2 Uhr Nachts, sinkt dann bis 6 Uhr Morgens und steigt wieder bis 2 Uhr Nachmittags. Die Monate April und October geben genau die mittlere Temperatur des Jahres, unterscheiden sich aber dadurch, dafs im April die Morgentemperatur ungleich tiefer, die Mittagstemperatur aber höher ist, als im October, was aus der allmäligen Erwärmung der Erde durch die Sonnenstrahlen leicht begreiflich wird. Die mittlere Temperatur für 1825 fiel auf 9 Uhr 13 Min. Morgens und 8 Uhr 28 Minuten Abends, so dafs im Mittel aus beiden Jahren die mittlere tägliche Temperatur für Leith auf 9 Uhr 13 Min. Morgens und 8 Uhr 27 Min. Abends fallen würde. Diese beiden Stunden sind also für die Beobachtungen zur Auffindung der ganzjährlichen mittleren Temperatur die geeignetsten. Inzwischen gilt dieses nur vom ganzen Jahre; denn wenn es sich um die einzelnen Monate handelt, so sind nach den vereinten Beobachtungen von 1824 und 1825 folgende Stunden diejenigen, die das tägliche Mittel geben:

	Morgens.	Abends.		Morgens.	Abends.
Jan.	10 U. 34 Min.	6 U. 57 Min.	Juli	8 U. 55 Min.	8 U. 40 Min.
Febr.	10 — 2 —	6 — 56 —	Aug.	9 — 0 —	8 — 19 —
März	10 — 10 —	8 — 8 —	Sept.	8 — 52 —	8 — 18 —
April	9 — 1 —	8 — 26 —	Oct.	9 — 25 —	6 — 48 —
Mai	9 — 14 —	8 — 40 —	Nov.	9 — 30 —	7 — 41 —
Juni	9 — 7 —	8 — 24 —	Dec.	9 — 56 —	6 — 15 —

Um zu versuchen, wie weit sich die Curve der mittleren täglichen Temperatur aus den Jahren 1824 und 1825 der Parabel nähere, trug Brewster auf die Ordinatenlinie der Stunden die Temperaturen als Abscissen und erhielt durch Vereinigung der Endpuncte der letzteren die Bogen AB, BC, CD, DE, wobei

Fig. 40.

zu A B die Ordin. A H = 513, die Abscisse B H = 172 = 2°,872 F.
— B C — — C H = 253 — — B H = 172 = 2,872
— C D — — C G = 347 — — D G = 196 = 3,266
— D E — — E G = 327 — — D G = 196 = 3,26

gehören. Drückt man beide Gröfsen durch das nämliche Mafs aus, so giebt die Summe der Ordinaten = 513 + 253 + 347

+ 327 = 1440 Theile = 24 Stunden, die Abscissen aber geben 172 und 196 Theile. Wird die Curve als Parabel betrachtet, so hat man

$$BH : Bm = AH^2 : mn^2, \text{ also}$$

$$Bm = \frac{BH \times mn^2}{AH^2}.$$

Ist aber AE die Linie der mittleren Temperatur, pn die Größe des Herabsinkens der Temperatur unter das Mittel im Puncte p und pn = Hm = HB — Bm. Heißt dann m das Minimum der Temperatur und die Ordinate mn = y, so erhalten wir die gesuchte Temperatur t in der Zeit p

$$t = m + \frac{HB \times y^2}{AH^2}.$$

Für den parabolischen Bogen BC ist

$$t = m + \frac{HB \times y^2}{CH^2},$$

für den parabolischen Bogen CD, wenn M das Maximum der Temperatur bezeichnet,

$$t = M - \frac{GD \times y^2}{CG^2},$$

für den parabolischen Bogen DE

$$t = M - \frac{GD \times y^2}{EG^2}.$$

Die nach diesen Ausdrücken berechneten Temperaturen weichen von den beobachteten um nicht mehr als 0°,25 F. ab, die größten Unterschiede fallen zwischen 4 und 8 Uhr Nachmittags, sind aber für 1825 schon geringer als für 1824 und würden daher durch Vereinigung mehrjähriger Beobachtungen ohne Zweifel ganz verschwinden.

87) Hällström[1] und Kämtz[2] haben die nämliche Aufgabe behandelt und die Resultate den Beobachtungen zu Leith und Padua angepaſst. Auch hieraus geht hervor, daſs die Curve der täglichen Wärme aus vier parabolischen Bogen besteht. Nach der kurzen und klaren Darstellung des Letzteren, welcher ich hier folge, sey die Länge des Tages AC = 1 Fig. 41.

---

1 Aus Kongl. Vetensk. Acad. Handl. År. 1824. p. 217. in Poggendorff Ann. IV. 373.

2 Meteorologie. Th. I. S. 92. Vergl. Schweigger's Journ. Th. XLVII. S. 390. Th. XLVIII. S. 1.

und $AD = CF$, ferner seyen T und V die zwei Puncte, in denen die entgegengesetzten Parabeln sich vereinigen. Es kommt dann darauf an, das Rechteck $ASXC$ so zu bestimmen, daſs sein Inhalt dem der vier Parabeln gleich sey. Der Inhalt einer Parabel ist bekanntlich gleich $\frac{2}{3}$mal dem Producte aus der Abscisse in die Ordinate und hiernach erhält man für die Fläche der vier Parabeln, also die mittlere Temperatur:

$$AC.AS + \tfrac{2}{3}EU.TU + \tfrac{2}{3}EU.UV - \tfrac{2}{3}SD.ST - \tfrac{2}{3}VX.XF$$
$$= AC(AD + DS) + \tfrac{2}{3}EU(TU + UV) - \tfrac{2}{3}DS(ST + VX).$$

Ist hierin $AC = 1$, so wird die mittlere Temperatur

$$= AD + DS + \tfrac{2}{3}EU.TU - \tfrac{2}{3}DS(1 - TV)$$
$$= AD + DS + \tfrac{2}{3}EU.TV - \tfrac{2}{3}DS + \tfrac{2}{3}DS.TV$$
$$= AD + \tfrac{1}{3}DS + \tfrac{2}{3}TV(EU + DS)$$
$$= AD + \tfrac{1}{3}DS + \tfrac{2}{3}TV(EB - AD).$$

Nennt man die niedrigste Temperatur $AD = m$, die höchste $BE = M$, die mittlere t, so ist

$$t = m + \tfrac{1}{3}DS + \tfrac{2}{3}TV(M - m).$$

Es wird vorausgesetzt, daſs die höchste und niedrigste Temperatur, also M und m durch Beobachtung gegeben sind, und es ist dann nur erforderlich, die Gröſsen DS und TV zu bestimmen.

Hinsichtlich der Gröſse TV glaubte Hällström nach den täglich mehrmals zu Paris, Halle und Åbo angestellten Thermometerbeobachtungen, sie sey das ganze Jahr hindurch constant und an allen Orten gleich und betrage $\frac{11}{24}$, Kämtz dagegen suchte durch möglichst genaue geometrische Construction die Puncte M und N, wo die Parabeln der geraden Linie am nächsten kommen und also mit ihren Armen zusammenstoſsen, durch diese Puncte legte er die Linie MN, deren Durchschnittspunct U dazu diente, die Linie SX mit AC parallel zu ziehn und somit TV zu erhalten. Es ergab sich dann ferner, daſs diese Gröſse von den Jahreszeiten abhängt, in den Monaten November, December, Januar und Februar zu Leith, in den drei ersten dieser Monate zu Padua am kleinsten, in den übrigen Monaten aber gröſser und fast gleich ist. Will man die Gröſse TV für die einzelnen Monate berechnen, so kann man das Jahr als einen Kreis betrachten, wobei jeder einzelne Monat einem Winkel von 30° zu-

hört, und sich hierzu der oben §. 76 angegebenen Formel dienen.

Die Gröfse DS betrachtet HÄLLSTRÖM als eine Function n M — m, indem er DS = u (M — m) setzt, und obgleich r Quotient $\frac{M-m}{DS}$ im Sommer etwas kleiner ist, als im Win-, so nimmt er ihn doch ohne bedeutenden Fehler als stets ich an. Wird dann auch TV als stets gleich und $= \frac{1}{12}$ genommen, so findet er

$$\text{für Paris } DS = \frac{M-m}{3{,}06},$$

$$\text{für Halle } DS = \frac{M-m}{2{,}45},$$

$$\text{für Åbo } DS = \frac{M-m}{2{,}31}.$$

srz behält den angegebenen Werth von $TV = \frac{1}{12}$ bei l erhält dann

$$\text{für Padua } DS = \frac{M-m}{3{,}24},$$

$$\text{für Leith } DS = \frac{M-m}{3{,}37}.$$

mt man aber den von diesem näher bestimmten Werth TV, wie er in den einzelnen Monaten verschieden ge-den wurde, an und sucht dann die Gröfse DS, so wird Quotient $\frac{M-m}{DS}$ fast in jedem Monate gleich. Setzt man uch die Gröfse $DS = \frac{M-m}{2{,}36}$ als mittleren Werth und be-hnet man die Länge des Tages nicht durch 1, sondern h die Zahl der Stunden = 24, so wird aus dem oben ndenen Ausdrucke

$$t = m + \tfrac{1}{3} DS + \tfrac{2}{3} TV (M-m)$$

$$t = m + \frac{M-m}{7{,}08} + \tfrac{2}{3} \frac{TV}{24} (M-m),$$

$$t = m + \left(0{,}141 + \frac{TV}{36}\right) (M-m).$$

Da die mittlere tägliche Temperatur aus einigen binnen 24 Stunden täglich angestellten Beobachtungen vermittelst Quadratur derjenigen Parabel, welche den Gang der täg-

lichen Wärme ausdrückt, gefunden werden kann, so müssen alle Methoden dieser Quadratur hierbei anwendbar seyn. Man wird sich jedoch dieser Mittel nur selten bedienen, da es bequemere giebt, die zu demselben Ziele führen, und ich erwähne daher nur im Allgemeinen, daſs Kämtz[1] die von Kramp[2] und eine andere von Gauss[3] vorgeschlagene, von Posselt und Poggendorff[4] auf das vorliegende Problem angewandte Methode geprüft, und insbesondere die letztere als sehr zweckmäſsig gefunden hat.

88) Da zur Auffindung der mittleren Wärme eines gegebenen Ortes mehrjährige, täglich wiederkehrende Thermometerbeobachtungen erforderlich sind, so wächst hierdurch die Summe derselben auſserordentlich, und man begreift bald, daſs es vortheilhaft seyn muſs, die Zahl der täglichen Beobachtungen zu vermindern, um nicht eigens hierzu bestimmte Observatoren und Rechner zu bedürfen. Es ist daher eine wichtige Aufgabe der Meteorologie, mit Beseitigung der unbequemen nächtlichen Beobachtungen diejenigen möglichst wenigen Stunden des Tages aufzufinden, deren Temperaturen die mittlere tägliche unmittelbar geben. Am natürlichsten war wohl der Gedanke, daſs die halbe Summe des Maximums und Minimums am sichersten zu diesem Ziele führen müsse, und nach v. Humboldt[5] wurde diese Methode bereits durch den Pater de Beze in den Jahren 1686 und 1699 empfohlen, kam jedoch erst mehr in Aufnahme, als v. Humboldt selbst dazu aufforderte[6]. Man bedarf hierzu jedoch der Thermometrographen, die nicht in den Händen vieler Physiker sind und es früher noch weniger waren, und zudem weicht nach einer durch Schouw[7] angestellten Prüfung das hierdurch erhaltene Resultat in einigen Monaten nicht unbedeutend von demjenigen ab, was aus 24stündigen Beobachtungen erhalten wird, wie dieses auch unverkennbar aus der so eben angegebenen

1 Meteorologie Th. I. S. 108.

2 Annales de Mathématiques T. VI. p. 261. 372. T. IX. p. 373.

3 Comment. Soc. Reg. Gott. recent. T. III. p. 39.

4 Dessen Annalen Th. IV. S. 410. Vergl. Klügel's mathem. Wörterb. Th. IV. S. 153.

5 Poggendorff Ann. VIII. 175.

6 Mém. de la Soc. d'Arcueil. T. II. p. 497.

7 Pflanzengeographie S. 59. Vergl. Kämtz a. a. O. S. 98.

Methode zur Auffindung der mittleren Temperatur hervorgeht. ...ntz[1] hat aus 9jährigen, zu Paris angestellten Beobachtungen ...erdem gefunden, dafs das für 3 Uhr Nachmittags erhaltene ...ximum um 0°,54 kleiner ist, als das mit einem Thermo-...ographen gefundene.

89) Schon früher, die Bemühungen Chiminello's nicht ...chnet, kamen einige Gelehrte auf den Gedanken, eine ...ang stündlich das Thermometer zu beobachten und zu ...chen, welche vereinte Tagsstunden das tägliche Mittel ..., indefs darf man wohl sagen, dafs Brewster[2] der Erste ..., welcher seit etwa 1823 diesen Gegenstand zur näheren ...ersuchung brachte. Es sollten damals an verschiedenen ... Schottlands Beobachtungen zur Auffindung der mittleren ... angestellt werden und man wählte hierzu die Stun-... um 10 Uhr Vormittags und Nachmittags, weil Gordon ... bereits als die geeignetsten vorgeschlagen hatte, weswe-... sie auch von der königl. Societät zu Edinburg als solche ...hlen wurden. Allerdings scheint es am sichersten, die ..., wo die entgegengesetzten Parabeln sich berühren, also ... Zeitmomente zu wählen, die ohnehin die mittlere ... Temperatur geben. Man könnte sagen, es sey nur ... Beobachtung zu einer Zeit zu wählen, wo ohnehin die ...ere tägliche Temperatur statt findet, allein es ist zu ...rig, bei der stark wechselnden Krümmung der täglichen ...curve diesen Moment genau zu bestimmen, statt dafs ... Wahrscheinlichkeit diese Unregelmäfsigkeiten durch zwei, ...em bestimmten Abstande von einander befindliche, Puncte ... ausgeglichen werden. Brewster begnügte sich jedoch ... mit der angenommenen Regel, sondern beschlofs die ... näher zu prüfen, und veranstaltete daher die mehrer-...ten zweijährigen stündlichen Beobachtungen zu Leith. ...iesen geht das Resultat hervor, dafs zwei gleichnamige ...den vor und nach der oberen Culmination der Sonne sehr ... das Mittel der täglichen Wärme geben, womit auch v. ...oldt[3] übereinstimmt, während andere Gelehrte auch ...gen gleichnamigen Stunden den Vorzug gegeben haben. Es

1 Schweigger's Journ. Th. XLVII. S. 424.

2 Results of the thermom. Observations made at Leith Forth. ... 1826. Edinb. Journ. of Science. N. IX. p. 18.

3 Risso a. a. O. Th. I. S. 276.

liegen indefs bereits Thatsachen in Menge zur Entscheid
der Frage vor, welche Stunden hierzu am geeignetsten s
wodurch dann zugleich ein Mittel gegeben wird, aus vor
denen Beobachtungen zu beliebigen Stunden die mittlere T
peratur der Orte in sehr genäherten Werthen zu finden.

PLAYFAIR[1] glaubte, die mittlere Temperatur falle
8 Uhr Morgens, das Maximum gegen 3 Uhr Nachmittags,
er wählte daher diese beiden Stunden nebst 10 Uhr Ab
für die täglichen Beobachtungen; nach BREWSTER da
fallen sie mit einer unmerklichen Abweichung in beiden
ren der stündlichen Beobachtungen zu Leith auf 9 Uh
Min. Morgens und 8 Uhr 27 Min. Nachmittags. Inzwis
sind diese Stunden nicht für alle Monate dieselben, viel
wechseln sie auf folgende Weise:

	Vormitt.	Nachmitt.		Vormitt.	Nachm
Jan. . .	10h 31′ . .	6h 57′	Juli . .	8h 55′ . .	8h 4
Febr. . .	10 2 . .	6 56	Aug. . .	9 0 . .	8 1
März . .	10 10 . .	8 8	Sept. . .	8 52 . .	8 1
April . .	9 1 . .	8 26	Oct. . .	9 25 . .	6 4
Mai . .	9 14 . .	8 40	Nov. . .	9 39 . .	7 4
Juni . .	9 7 . .	8 24	Dec. . .	9 56 . .	6 1

wobei die Abweichungen vom regelmäfsigen Fortgang
Juli und September sehr auffallend sind. BREWSTER
für mehrere Orte an, um wie viel die durch die daselb
bräuchlichen Beobachtungsstunden gefundenen täglichen
der Temperatur von der wahren mittleren abweichen,
jedoch vorausgesetzt wird, dafs an allen diesen Orten das
liche Gesetz gelte, welches aus den Beobachtungen zu
entnommen worden ist. Es geht hieraus übrigens hervor, d
aus Beobachtungen zu verschiedenen Stunden des Tags
denen mittleren Temperaturen sich mitunter nicht weni
wahren Mittel entfernen, eine Zusammenstellung der G
welche durch Beobachtungen in zwei gleichnamigen S
erhalten wurden, zeigt dagegen, dafs auf diese Weise das
tige Mittel auf jeden Fall sehr annähernd gefunden wird
aber die aus den gegebenen Beobachtungen zu verschi
Stunden des Tags gefundenen täglichen Mittel auf die
gen zu reduciren, scheint es mir am angemessensten, f

1 Edinb. Journ. of Science. N. IX. p. 26.

und Leith diejenigen Coefficienten zu suchen, womit die einzelne Stunden gegebenen Beobachtungen multiplicirt len müssen, um das richtige Mittel zn erhalten, weil sich Correction dann auch auf die zu verschiedenen Stunden stellten Beobachtungen anwenden läfst, wobei jedoch vorsetzt wird, dafs unter verschiedenen Polhöhen der näm- Gang der täglichen Wärme herrscht oder dafs die Cur- der täglichen Wärme einander parallel sind, was zwar t in gröfster Strenge richtig ist, da sich selbst zwischen Beobachtungen zu Leith und Padua in dieser Hinsicht kleiner Unterschied zeigt, aber doch im Ganzen als sehr richtig gelten kann, auf jeden Fall dann, wenn von der jährigen mittleren Temperatur die Rede ist. Heifst daher mittlere tägliche Wärme t, die zu einer gewissen Stunde ich beobachtete t′, so hat man

$$t : t' = 1 : 1 \pm p,$$

nn p die Gröfse bezeichnet, um welche die gefundene grö- r oder kleiner ist, als die mittlere. Hiernach hat man

$$t = t' \frac{1}{1 \pm p}.$$

Factoren $\frac{1}{1 \pm p}$ für Padua und Leith sind in der folgenden belle enthalten, worin die Stunden vom Mittage an gezählt rden.

Werthe von $\frac{1}{1 \pm p}$ für

Stunde	Padua	Leith	Stunde	Padua	Leith
1	0,83032	0,84724	13	1,15160	1,15160
2	0,81893	0,83549	14	1,17922	1,16796
3	0,82089	0,83319	15	1,20721	1,18947
4	0,84510	0,84565	16	1,23100	1,22660
5	0,88083	0,86260	17	1,23876	1,21505
6	0,92533	0,88978	18	1,19775	1,19261
7	0,96900	0,92719	19	1,13450	1,13999
8	1,00516	0,98801	20	1,05853	1,08263
9	1,04805	1,02844	21	0,97590	1,01345
10	1,07592	1,06480	22	0,92098	0,95662
11	1,10171	1,09976	23	0,88199	0,90673
12	1,12796	1,13000	24	0,85034	0,86653

Beide Reihen weichen wenig von einander ab, und ich ube, dafs man sich der für Padua gefundenen Coefficienten

füglich zur Reduction der Beobachtungen, die an allen O
Deutschlands, Frankreichs und Italiens angestellt worden
mit grofser Sicherheit bedienen könne, und auch für Orte
anderen Gegenden dürften dieselben anwendbar seyn, w
nicht der Gang der Wärme daselbst ausnahmsweise von
allgemeinen Regel abweicht. Für Inseln und Küstenlä
mögen die für Leith gefundenen den Vorzug verdienen.

90) Die vorstehenden Untersuchungen führen dann le
zur Beantwortung der Frage, welche Stunden zur Auffin
der täglichen mittleren Temperatur am geeignetsten sind. N
der vorstehenden Tabelle fallen diese für Padua etwas v
Uhr Abends und nach 8 Uhr Morgens, für Leith etwas
8 Uhr Abends und etwas nach 9 Uhr Morgens. Die
läfst sich genauer bestimmen, allein es ist ungleich lei
und bequemer, gerade Stunden zu wählen, als die Zeit
Beobachtungen nach Stunden und Minuten zu bestim
auch fügt sich Ersteres besser in die sonstigen bestim
Geschäfte der Beobachter. Daher schlug Wargentin[1]
den Beobachtungen zu Stockholm die Stunde 11 Uhr Ab
Cotte[2] für Paris 9 Uhr Morgens vor, welche nach Tral
auch für Berlin die geeignete ist. Nach v. Humbo
kommt die Wärme bei Sonnenuntergang der mittleren
chen sehr nahe, Schouw[5], Hällström[6] und Kämtz[7]
jedoch durch genaue Untersuchungen gefunden, dafs die S
den der mittleren Temperatur in den verschiedenen Mo
ungleich sind, und insbesondere hat Letzterer aus den
benen Messungen folgende interessante Zusammenstellung
selben mitgetheilt.

---

1 Poggendorff Ann. IV. 398.
2 Traité de Météorologie p. 371.
3 Berliner Abhandl. für 1818. S. 412.
4 Mém. de la Soc. d'Arcueil. T. II. p. 491.
5 Klimatologie Th. I. S. 131.
6 Poggendorff Ann. IV. 396.
7 Meteorologie Th. I. S. 106.

Monat	Morgen Padua	Morgen Leith	Abend Padua	Abend Leith	Zeit über dem Mittel Padua	Zeit über dem Mittel Leith
Januar	$22^h,2$	$22^h,3$	$8^h,7$	$7^h,8$	$10^h,5$	$9^h,5$
Februar	22,1	21,9	9,7	7,2	11,6	9,3
März	21,6	21,9	9,2	8,6	11,6	10,7
April	21,5	21,0	9,1	8,8	11,6	11,8
Mai	19,6	21,0	7,6	9,0	12,0	12,0
Juni	19,4	20,8	7,1	8,6	11,7	11,8
Juli	19,5	20,7	7,1	8,9	11,6	12,2
August	20,2	20,8	7,4	8,5	11,2	11,7
September	20,8	21,1	7,9	8,2	11,1	11,1
October	21,4	21,2	7,5	6,8	12,1	9,6
November	21,2	21,6	6,6	7,7	9,4	10,1
December	21,6	21,5	7,5	6,2	9,9	8,7

ergeben sich ziemlich bedeutende Unterschiede an beiden ten, vorzüglich aber zeigt sich, dafs keine zwei gleichnage Stunden, beide einzeln oder vereint, die tägliche mittre Temperatur geben können. Das Comité für Edinburg itschied nach dem Vorschlage von Gordon für 10 Uhr Morens und 10 Uhr Abends, und um diese Regel zu prüfen, eranstaltete Brewster[1] schon früher fünf Reihen stündlicher eobachtungen. Hierdurch erhielt er

	Mittel aus ständl. Beob.	Mittel aus 10 und 10 Uhr.
16 von 23. März bis 29. März . .	3°,90 C. . .	3°,14 C.
— 1. April — 1. April . .	5,42	5,27
— 23. Juli — 27. Juli . . .	17,97	17,47
— 28. Oct. — 1. Nov. . .	8,70	9,19
17 — 6. Jan. — 6. Febr. . .	—9,63	—8,80
Mittel . .	5°,27 . . .	5°,25

t dem unbedeutenden Unterschiede von 0°,02 C. Hiernach gt die aus zwei Beobachtungen um 10 Uhr Morgens und bends entnommene Temperatur der wirklichen mittleren weit her, als die aus dem Maximum und Minimum. Aus der Fortzung dieser Beobachtungen, wie sie in den Jahren 1824 d 1825 angestellt wurden, folgert Brewster[2], dafs aus der erbindung von zwei gleichnamigen Stunden die mittlere

1 Edinburgh Philos. Journ. N. XII. p. 352.
2 Edinb. Journ. of Science. New Ser. N. II. p. 251.

Temperatur sehr genau gefunden wird, obgleich die vereint
Beobachtungen um 9 Uhr 13 Min. Morgens und 8 Uhr
Min. Abends das richtigste Resultat geben. Es darf hier
jedoch nicht unberücksichtigt bleiben, dafs diese Folger
blofs für Leith und höchst wahrscheinlich auch für die sämm
lichen Orte an der Ostküste Grofsbritanniens gilt. Dürfen v
ferner die für Padua und Leith erhaltenen Resultate als sol
betrachten, aus denen der Gang der täglichen Wärme s
auch für andere Orte bestimmen läfst, so ist es leicht, auf
finden, welche Paare gleichnamiger Stunden sich zur Auf
dung der täglichen mittleren Wärme am besten eignen.

Die folgende Tabelle zeigt nämlich, um wie viel die
zwei gleichnamigen Stunden erhaltene Temperatur von
genauen mittleren, die zu Padua aus 24stündigen Beobacht
gen 13°,75 und zu Leith 9°,04 beträgt, abweicht, und gie
den Coefficienten $\frac{1}{1 \pm p}$, womit sie corrigirt werden mü
um sie auf die 24stündige mittlere zu reduciren.

Stunden	Padua Temper.	Padua Untersch.	Padua $\frac{1}{1 \pm p}$	Leith Temper.	Leith Untersch.	Leith $\frac{1}{1 \pm p}$
1 und 1	14°,25	0°,50	0,9648	9°,26	0°,22	0,9762
2— 2	14,22	0,47	0,9669	9,28	0,24	0,9741
3— 3	14,07	0,32	0,9772	9,23	0,19	0,9749
4— 4	13,72	—0,03	1,0022	9,08	0,04	0,9956
5— 5	13,36	—0,39	1,0292	8,96	—0,08	1,0089
6— 6	13,17	—0,05	1,0440	8,87	—0,17	1,0192
7— 7	13,16	—0,59	1,0448	8,84	—0,20	1,0226
8— 8	13,34	—0,31	1,0307	8,79	—0,25	1,0284
9— 9	13,61	—0,14	1,0103	8,86	—0,18	1,0227
10—10	13,86	0,11	0,9921	8,97	—0,07	1,0078
11—11	14,03	0,28	0,9800	9,09	0,05	0,9945
12—12	14,18	0,43	0,9697	9,22	0,18	0,9805

Hiernach giebt es der täglichen Wärmecurve gemäfs z
Paare gleichnamiger Stunden, die dem wahren täglichen
tel am nächsten kommen, in Padua um 4 und 10 Uhr,
Leith um 4 und um 11 Uhr; die gröfste Abweichung betr
aber zu Padua nur 0°,5 und zu Leith nur 0°,25 C. W
wir diesemnach z. B. für Maestricht das Mittel aus den
9 Uhr Morgens und um 9 Uhr Abends erhaltenen Temp

[...]ren nehmen und dieses mit dem Mittel des für Padua [...]d Leith für diese Stunden gefundenen Coefficienten multi-[...]liciren, also $\frac{10^\circ{,}45 + 9^\circ{,}79}{2} \times \frac{1{,}0103 + 1{,}0227}{2}$, so giebt die-[...]s für die mittlere jährliche Wärme daselbst 10°,287, also um [...]337 C. gröfser, als die durch Crahay[1] aus den genau mit-[...] eines Thermometrographen gemessenen Maximis und Mi-[...] entnommene = 9°,97 C., aber wahrscheinlich noch ge-[...]er, wenn wir diese mittlere Temperatur mit der zu Brüs-[...] gefundenen = 10°,8 vergleichen. Wollte man zur Re-[...]ction blofs den für Padua gefundenen Coefficienten = 1,0103 [...]wenden, so betrüge die mittlere Temperatur zu Maestricht [...] 10°,224, also nur 0°,254 C. mehr, als die aus den Maxi-[...] und Minimis erhaltene[2].

91) Nach Brewster's Wunsche wurden auch zu Wien [...] 17ten Juli 1826 stündliche Beobachtungen angestellt, deren [...]sultate Baumgartner[3] mittheilt. In Wien selbst unter [...] 12′ N. B. und 541 Fufs über der Meeresfläche war nach [...] Jacquin's Beobachtungen im botanischen Garten das Mittel [...] allen gemessenen Thermometergraden = 15°,4, aus denen [...] 9 und 9 Uhr = 15°,3, aus denen um 10 und 10 Uhr = 15°,5. [...]eine dieser Stunden giebt also das Mittel völlig genau, am nächsten [...]mmt Morgens 9 Uhr mit 15°,2, und Abends 8 Uhr mit 15°,5, so [...]s beide vereint die mittlere Temperatur ganz genau geben wür-[...]n, allein die Zeit eines einzigen Tages ist zu kurz, als dafs man auf [...] erhaltene Resultat eine Regel gründen könnte. Gleichzei-[...] wurde auch zu Görz unter 45° 57′ N. B. in einer Mee-[...]höhe von 264 F. durch Phil. Jordan beobachtet. Das [...]ttel aller Beobachtungen war 18°,76, aus denen um 9 und [...] Uhr 18°,55, die dem Mittel am nächsten kommenden einzel-[...]n Stunden waren Morgens 8 Uhr mit 19°,3 und Abends [...] 7 Uhr mit 19°,4. Auf dem Schneeberge unter 47° 45′ 45″ [...] B. in einer Höhe von 6390 Fufs erhielt der Beobachter,

---

1 Mémoire sur la Météorologie. p. 8.

2 Da die Beobachtungen zu Maestricht zu den vorzüglich ge-[...]en gehören, so ist es nützlich, durch diese Betrachtung zu zeigen, [...] sehr annähernd die mittleren Temperaturen aus zwei in gleich-[...]igen Stunden täglich angestellten Beobachtungen gefunden wer-[...]n.

3 Wiener Zeitschrift Th. II. S. 59.

Hauptmann HAWLICZECK, im Mittel 6°,32; aus 9 Uhr Mo
gens und 9 Uhr Abends 6°,1; aus 10 Uhr Morgens und 1
Uhr Abends 6°,55; dem Mittel am nächsten kam nur d
Temperatur um 9 Uhr Abends mit 6°,5. Auf dem Leopold
berge unter 48° 17′ 26″ N. B. von 1296 Fuſs Meereshöhe e
hielt v. SCHMOLLA aus 24 Beobachtungen 15°,40; aus 9 U
Morgens und Abends 14°,95; aus 10 und 10 Uhr 15°,5; a
nächsten kam 9 Uhr Morgens mit 15°,2, alle Grade nach d
80theil. Scale. So wenig so kurze Zeit dauernde Beobac
tungen auch eine Regel begründen können, so gewahrt m
doch auffallend die Uebereinstimmung mit dem für Padua g
fundenen Gesetze, wonach das Mittel aus den Beobachtun
um 9 und 9 Uhr etwas zu klein, das um 10 und 10 Uhr e
was zu groſs ist. Durch BREWSTER scheinen auch die Beo
achtungen veranlaſst worden zu seyn, welche SCHÜBLER[1] a
17. und 18. Febr. 1827 stündlich, aber leider mit einigen, dur
Interpolation ersetzten Unterbrechungen, anstellte. Hieraus e
giebt sich gleichfalls, daſs das Mittel aus dem Maximum u
Minimum geringer ist, als das Mittel aus stündlichen Be
achtungen, dagegen giebt eine Vereinigung der um 6^h M
gens, 2^h und 10^h Nachmittags angestellten Beobachtungen d
gesuchte Gröſse sehr genau und die aus CHIMINELLO's Be
achtungen entnommenen Correctionen sind für den gewünsc
ten Zweck völlig genügend.

92) HERSCHEL's bekannte Aufforderung zu gemeinscha
lichen stündlichen Beobachtungen haben auch QUETELET[2] ve
anlaſst, solche zu Brüssel anzustellen, wodurch er v. HU
BOLDT's Satz, daſs zwei gleichnamige Stunden die mitt
Temperatur nahe genau geben, im Ganzen bestätigt findet. W
können indeſs die hierdurch gewonnenen Thatsachen no
vollständiger benutzen, wenn wir aus den 5 bis jetzt beka
gewordenen Reihen, wovon 2 dem 22sten Juni, die 3 üb
gen dem 21sten März, 21sten Sept. und 21sten Dec. zugeh
ren, das Mittel nehmen. Hieraus erhalten wir, die Stund
vom Mittage an gezählt:

---

1 Schweigger's Journ. Th. XLIX. S. 121.

2 Bulletins de l'Acad. des Sciences et Belles Lettres de Brux
1835. T. II. p. 234. 327. 1836. p. 5. 104. 238.

Stunde	Juni	September	December	März	Mittel	$\frac{1}{1 \pm p}$
1	17°,85	22°,10	—5°,30	16°,50	12°,79	0,7384
2	17,82	23,00	— 5,25	16,65	13,05	0,7237
3	17,80	23,25	— 5,10	16,95	13,25	0,7128
4	17,48	22,45	— 5,50	16,95	12,84	0,7356
5	17,62	21,40	— 6,15	15,95	12,20	0,7742
6	17,30	20,05	— 7,50	15,35	11,30	0,8358
7	15,73	19,10	— 8,10	14,50	10,31	0,9161
8	14,53	18,70	— 8,60	11,80	9,11	1,0368
9	14,16	18,40	— 9,00	10,00	8,39	1,1257
10	13,76	18,20	— 9,60	9,80	8,04	1,1748
11	13,23	18,00	—10,00	10,10	7,83	1,2063
12	14,05	17,70	—10,40	10,70	8,01	1,1792
1	13,90	17,40	—10,20	9,60	7,67	1,2314
2	14,05	17,10	—10,00	8,80	7,49	1,2610
3	14,25	17,00	— 9,90	8,20	7,39	1,2781
4	14,45	16,60	— 9,90	8,10	7,31	1,2921
5	14,00	16,50	— 9,70	8,00	7,20	1,3118
6	14,57	13,05	— 9,20	8,40	6,70	1,4097
7	15,50	15,15	— 9,10	8,70	7,56	1,2493
8	16,05	16,25	— 9,45	9,00	7,96	1,1866
9	16,45	17,80	— 8,50	9,80	8,89	1,0624
10	17,72	19,50	— 8,20	9,80	9,70	0,9737
11	17,40	20,40	— 7,20	11,60	10,55	0,8953
12	17,62	21,10	— 6,10	12,00	11,15	0,8471
Mittel	15,72	18,76	— 8,23	11,55	9,45	

Ein einzelner Tag kann unmöglich eine Regel für den ·glichen Gang der Wärme abgeben, denn es kommen oft prünge vor, welche die Biegung der Curve ganz verrücken. o war es auch bei den hier mitgetheilten Beobachtungen der all, dafs an zwei Beobachtungstagen die Temperatur zu sehr ch änderte, um die zu gleichen Stunden an zwei einander ılgenden Tagen gemessenen Thermometergrade in ein Mittel u vereinigen, ohne den regelmäfsigen täglichen Gang der Värme gänzlich zu verrücken, und aus dieser Ursache rührt uch die in der Tabelle im Juni auf 12 Uhr Nachts fallende lötzliche Verrückung. Dennoch stellt sich die Regelmäfsigeit der täglichen Wärmecurve heraus, jedoch sind die täglichen Extreme gröfser, als sie aus einer Vereinigung ganzähriger Beobachungen muthmafslich hervorgehn würden, auch ist die mittlere jährliche Temperatur von 9°,45 C. geringer, als die aus lange anhaltenden zahlreichen Beobachtungen ent-

nommene von 10°,67 mit einem Unterschiede von 1°,22. W[illegible]
len wir aber annehmen, dafs die mittlere tägliche Curve f[illegible]
das ganze Jahr mit der angegebenen parallel laufe, so geb[illegible]
die in der 7ten Columne enthaltenen Zahlen diejenigen Fact[illegible]
ren, womit man die zu den angegebenen Stunden angestellt[illegible]
Beobachtungen multipliciren müfste, um aus ihnen die mittl[illegible]
zu erhalten, und die nachfolgende Tabelle zeigt, dafs eben[illegible]
wie zu Padua und Leith auch zu Brüssel das aus zwei gleic[illegible]
namigen Stunden erhaltene Mittel von der täglichen mittler[illegible]
Wärme nicht merklich abweicht.

Stunden	Untersch.	$\frac{1}{1 \pm p}$	Stunden	Untersch.	$\frac{1}{1 \pm p}$	Stunden	Untersch.	$\frac{1}{1 \pm p}$
1	0°,79	0,9233	5	0°,26	0,9737	9	−0°,80	1,09[illegible]
2	0,88	0,9135	6	−0,44	1,0494	10	− 0,57	1,00[illegible]
3	0,88	0,9135	7	−0,51	1,0577	11	− 0,25	1,0[illegible]
4	0,64	0,9370	8	−0,90	1,1063	12	0,14	0,9[illegible]

Hiernach sind die beiden gleichnamigen Stunden 5 und 5,
und 12 diejenigen, welche die mittlere tägliche Tempera[illegible]
am genauesten geben. Quetelet[1] findet jedoch aus den i[illegible]
zu Gebote stehenden zahlreichen Beobachtungen zu Brüs[illegible]
dafs die mittlere tägliche Temperatur dort etwas nach 8 [illegible]
Morgens und etwas vor 7 Uhr Abends fällt, woraus w[illegible]
ohne Widerrede folgt, dafs die von mir mitgetheilten Res[illegible]
tate aus den angegebenen Gründen auf einen hierfür genüg[illegible]
den Grad von Genauigkeit keine Ansprüche haben; denn[illegible]
aber zeigen sie den täglichen Gang der Wärme nicht bl[illegible]
deutlich, sondern die gröfste Abweichung des Mittels aus zw[illegible]
gleichnamigen Stunden vom genauen Mittel aus 24 Stund[illegible]
beträgt nicht mehr als 0°,9 C., so dafs also auf jeden F[illegible]
selbst auf diese Weise mindestens annähernde Resultate zu [illegible]
halten sind.

Auf die durch Brewster gegebene Veranlassung w[illegible]
den ferner an vielen Orten von Nordamerica am 17ten J[illegible]
1826 stündliche Beobachtungen angestellt. Aus denen [illegible]
Tweedsmuir School unter 55° 30′ N. B. ergiebt sich[2] die mi[illegible]
lere Wärme = 13°,58 C. Dieser am nächsten kommt als e[illegible]

1 Bulletin de la Soc. de Bruxelles. 1835. T. II. p. 355.
2 Edinburgh Journ. of Science. N. XI. p. 148.

elne Stunde um 8 Uhr Morgens mit 13°,33 und 8 Uhr Abends it 12°,78; die beiden gleichnamigen Stunden um 10 Uhr it 13°,47 kommen aber noch näher. Hiernach sind wohl die eichnamigen Stunden um 10 Uhr allgemein als die geeignet-en für tägliche Thermometermessungen zu empfehlen, wie ich KÄMTZ[1] gefunden hat, noch genauere Resultate aber er-ält man durch die Verbindung von 4 Durchschnittspuncten er parabolischen Curve, wozu KÄMTZ, übereinstimmend mit en oben gefundenen Gröſsen, die gleichnamigen Stunden Uhr und 10 Uhr empfiehlt, deren mittlere Wärme von der us 24 Stunden erhaltenen, nach einer hierfür berechneten Ta-elle, in einem Monate um 0°,2 C. abweicht, für das ganze ahr aber vollkommene Uebereinstimmung darbietet. Obgleich lie gleichnamigen Stunden um 3 Uhr und 9 Uhr ein nicht ninder genaues Resultat geben, so sind die ersteren doch des-wegen vorzuziehn, weil in diese die regelmäſsigen barometri-schen Oscillationen fallen, jedoch dürfte es zu viel verlangt seyn, an allen jenen 4 Stunden zu beobachten, von denen eine der äuſsersten auf jeden Fall der nächtlichen Ruhe zuge-hört, und zwei der genannten oder überhaupt zwei gleichna-mige Stunden genügen um so mehr, als man mit groſser Si-cherheit die erhaltenen Resultate auf die angegebene Weise durch Multiplication mit dem Factor $\frac{1}{1 \pm p}$ corrigiren kann. Viele Beobachter zeichnen ihre Messungen dreimal täglich auf und DEWEY[2] zu Williamstown will aus 30 Tage fortgesetzten stündlichen Beobachtungen gefunden haben, daſs 7 Uhr Mor-gens, 2 Uhr und 9 Uhr Abends die tägliche mittlere Tempe-ratur am genauesten geben; es ist jedoch überflüssig, hierüber weitere Untersuchungen anzustellen, da Alles, was zur Beur-theilung der Genauigkeit dient, welche durch zwei, drei oder mehrmalige tägliche Aufzeichnungen erhalten wird, bereits mit-getheilt worden ist. Schlieſslich möge daher hier nur noch be-merkt werden, daſs nach PLAYFAIR[3] die mittlere tägliche Temperatur aus der um 8 Uhr Morgens verbunden mit dem Mittel aus dem Maximum und Minimum sehr genau gefunden

1 Meteorologie Th. I. S. 105.
2 Edinburgh Phil. Journ. N. XII. p. 352.
3 Edinburgh Philos. Trans. T. V. p. 193.

Monatliche Maxima und Minima.

Lima

Monat	1805 Max.	1805 Min.	1805 Untersch.	1810 Max.	1810 Min.	1810 Untersch.
Januar	25°,00	23°,75	1°,25	24°,44	23°,20	1°,20
Februar	26,33	24,44	1,89	25,00	23,75	1,25
März	25,77	23,75	2,02	25,00	23,75	1,25
April	23,74	22,22	1,52	23,75	21,84	1,91
Mai	23,91	19,44	4,47	21,81	19,44	2,37
Juni	18,74	18,33	0,41	18,89	17,78	1,11
Juli	18,33	17,22	1,11	18,20	16,11	2,09
August	17,49	17,09	0,40	17,64	16,11	1,53
September	18,33	17,49	0,84	18,20	17,78	0,42
October	18,75	17,49	1,26	18,75	17,49	1,24
November	20,83	18,75	2,08	20,83	18,60	2,23
December	23,20	20,83	2,37	21,92	21,11	0,81

Batavia

Monat	1758 Max.	1758 Min.	1758 Untersch.	1759 Max.	1759 Min.	1759 Untersch.
Januar	29°,44	23°,89	5°,55	27°,78	23°,33	4°,45
Februar	29,44	24,44	5,00	27,22	21,67	5,55
März	29,44	24,44	5,00	28,33	24,44	3,89
April	28,89	24,44	4,45	28,89	24,44	4,45
Mai	28,89	24,44	4,45	29,44	23,89	5,55
Juni	28,33	23,89	4,44	28,89	22,22	6,67
Juli	29,44	23,33	6,11	— —	— —	— —
August	30,56	23,89	6,67	— —	— —	— —
September	29,44	24,44	5,00	— —	— —	— —
October	28,33	24,44	3,89	— —	— —	— —
November	28,33	23,33	5,00	— —	— —	— —
December	28,89	23,33	5,56	— —	— —	— —

Monat	Hawaii 1822 und 1821 Max.	Min.	Untersch.	Padua Max.	Min.	Untersch.
Januar	26°,67	15°,00	11°,67	5°,0	−12°,4	17°,4
Februar	25,00	16,11	8,89	7,6	− 2,0	9,6
März	25,56	18,89	8,87	10,4	− 1,0	11,4
April	27,22	16,67	10,55	16,5	1,0	15,5
Mai	27,22	22,22	5,00	20,0	9,6	10,4
Juni	28,89	21,67	7,22	22,7	8,8	13,9
Juli	28,89	23,33	5,56	24,5	11,8	12,7
August	31,11	23,33	7,78	24,0	10,8	13,2
September	30,56	23,33	7,23	21,0	7,4	13,6
October	30,00	22,78	7,22	16,6	6,8	9,8
November	27,78	21,67	6,11	12,0	− 3,9	15,9
December	26,67	16,67	10,00	5,2	− 4,6	9,8

Monat	Heidelberg Max.	Min.	Untersch.	Apenrade Max.	Min.	Untersch.
Januar	8°,52	−12°,09	20°,61	7°,50	−5°,75	13°,25
Februar	11,45	− 8,04	19,49	10,00	−10,87	20,87
März	16,84	− 2,25	19,09	11,62	− 5,62	17,24
April	23,12	2,00	21,12	20,25	− 4,37	24,62
Mai	26,84	6,82	20,02	22,50	− 2,12	24,62
Juni	29,62	10,45	19,17	26,25	2,75	23,50
Juli	31,47	12,55	18,92	24,62	5,75	18,87
August	29,60	12,12	17,48	25,00	6,45	18,55
September	25,87	7,97	16,90	27,50	0,62	26,88
October	20,66	2,05	18,61	18,70	− 1,25	19,95
November	14,08	− 3,85	17,93	10,37	− 3,97	14,34
December	11,55	− 6,75	18,30	9,00	− 6,25	15,25

Monat	Leith 1824 Max.	Leith 1824 Min.	Leith 1824 Untersch.	Leith 1825 Max.	Leith 1825 Min.	Leith 1825 Untersch.
Januar	10°,88	0°,22	10°,66	8°,69	—0°,94	9°,63
Februar	9,79	1,62	8,17	8,32	— 1,82	10,14
März	10,02	0,40	9,62	11,38	2,24	9,14
April	14,39	0,83	13,56	12,43	4,74	7,69
Mai	15,41	5,83	9,58	12,58	7,07	5,51
Juni	16,10	10,08	6,02	18,75	9,68	9,07
Juli	19,02	12,98	6,04	20,97	12,92	8,05
August	16,31	11,56	4,75	18,73	13,56	5,17
September	19,87	4,27	15,60	17,49	9,68	7,81
October	13,33	3,02	10,31	15,76	4,03	11,73
November	11,19	1,22	9,97	7,98	0,20	7,78
December	10,15	—2,16	12,31	8,35	— 1,90	10,25

Monat	Fort Reliance 1834 Max.	Fort Reliance 1834 Min.	Fort Reliance 1834 Untersch.	Felix Harbour 1832 und 1829 Max.	Felix Harbour 1832 und 1829 Min.	Felix Harbour 1832 und 1829 Untersch.
Januar	—26°,49	—51°,00	24°,51	—22°,22	—43°,88	[illegible]
Februar	— 19,76	— 41,99	22,23	— 24,45	— 42,48	[illegible]
März	— 16,40	— 41,37	24,97	— 20,26	— 44,71	[illegible]
April	— 11,40	— 34,94	23,54	— —	— —	—
Mai	— 2,68	— 20,00	17,32	— —	— —	—
Juni	— —	— —	— —	— —	— —	—
Juli	— —	— —	— —	— —	— —	—
August	— —	— —	— —	— —	— —	—
September	— —	— —	— —	— —	— —	—
October	— 16,72	— 29,00	12,28	— 4,44	— 26,66	[illegible]
November	— 17,95	— 37,37	19,42	— 3,33	— 38,32	[illegible]
December	— 20,71	— 44,57	23,86	— 22,22	— 38,32	[illegible]

Felix Harbour

Monat	1830 Max.	1830 Min.	1830 Untersch.	1831 Max.	1831 Min.	1831 Untersch.
ıuar	—20°,55	—41°,77	21°,22	—16°,92	—50°,81	33°,89
bruar	— 16,97	— 43,88	26,91	— 13,03	— 44,99	31,96
irz	— 6,67	— 41,10	34,43	— 22,47	— 46,11	23,64
ıril	— 0,56	— 29,44	28,88	— 1,11	— 31,66	30,55
ıi	2,78	— 18,33	21,11	2,22	— 26,66	28,88
ni	16,67	— 3,33	20,00	11,11	— 10,00	21,11
li	21,11	0,00	21,11	10,00	0,00	10,00
ıgust	14,44	0,56	13,88	12,23	— 4,44	16,67
ptember	6,11	— 15,00	21,11	2,22	— 14,44	16,66
tober	— 4,44	— 24,45	20,01	— 1,67	— 30,55	28,88
ıvember	— 4,44	— 40,55	36,11	— 6,67	— 41,10	34,43
ecember	— 14,44	— 43,88	29,44	— 18,88	— 41,10	22,22

Um aus Orten unter mittlerer Breite und zugleich einem estlicher und einem östlicher gelegenen die absoluten mo-atlichen Schwankungen zu haben, können die durch CRA-AY[1] bekannt gemachten trefflichen Messungen der während ines Zeitraumes von 8 Jahren von 1826 bis 1833 zu Maestricht nd die durch SCHMÖGER[2] aus den Regensburger Beobach-ıngen von 1774 bis 1834 entnommenen monatlichen Maxima nd Minima dienen.

Monatliche Oscillationen der Wärme zu Maestricht.

Monate	Maxima	Minima	Unterschied	halbe Summe
Januar . .	7°,61	—14°,03	21°,64	—3°,21
Februar .	12,48	— 11,41	23,89	0,54
März . . .	16,61	— 3,60	20,21	6,51
April . . .	21,85	— 0,74	22,59	10,56
Mai . . .	26,14	3,13	23,01	14,64
Juni . . .	29,04	7,44	21,60	18,24
Juli . . .	31,55	9,88	21,67	20,72
August . .	29,09	8,86	20,23	18,98
September	23,34	3,79	19,55	13,57
October .	20,03	0,59	19,44	10,31
November	13,31	— 4,03	17,34	4,64
December	11,00	— 7,44	18,44	1,78
Jahr	20,17	— 0,63	20,80	9,77

1 Mémoire sur la Météorologie. p. 23.

2 Monatliche Beobachtungen zu Regensburg u. s. w. Nürnb. 1835.

Monatliche Oscillationen der Wärme zu Regensburg.

Monat	Maxima	Minima	Unterschied	halbe Summe
Januar . .	5°,73	—14°,28	20°,01	— 4°,28
Februar . .	8,62	— 12,00	20,62	— 1,69
März . . .	15,51	— 8,60	24,11	— 3,46
April . . .	22,60	— 1,70	24,30	10,71
Mai . . .	27,17	3,60	23,57	15,38
Juni . . .	29,25	7,05	22,20	18,15
Juli . . .	31,08	7,72	23,36	19,40
August . .	30,42	8,99	21,43	19,70
September	25,92	4,44	21,48	15,18
October .	19,87	— 0,42	20,29	9,72
November	12,72	— 5,77	18,49	3,48
December	7,50	— 11,42	18,92	— 1,96
Jahr	19,69	1,87	21,56	8,93

Der Anblick der Tabellen bestätigt den aufgestellten S einer Zunahme der monatlichen Oscillationen unter hö Breiten, und es würde leicht seyn, einen analytischen A druck hierfür aufzufinden, jedoch scheint mir die Zahl vorliegenden Orte zu gering, als dafs dieses mit Genau geschehn könnte. Aufserdem sind die monatlichen Os tionen im Ganzen im Frühjahre am gröfsten, im Herbste gegen am geringsten. Auffallend aber ist die Verschiede der Differenzen der einzelnen Monate in verschiedenen J ren, wie sich sowohl aus der nachfolgenden Tabelle, als insbesondere aus den Beobachtungen zu Felix Harbour giebt, und leicht für die anderen Orte nachgewiesen w könnte, wenn hierfür hinlänglich zahlreiche Beobachtu vorhanden wären. Zum Beweise theile ich die hier in delberg beobachteten monatlichen Oscillationen der letzt Jahre von 1827 bis 1836 mit.

Monat	1829	1830	1831	1832	1833	1834	1835	1836
ınuar	20°,7	26°,8	27°,0	18°,0	21°,8	15°,2	16°,8	26°,7
ebruar	25,5	36,0	31,3	15,0	16,2	19,5	15,6	16,2
ärz	18,7	22,0	16,0	18,2	17,5	15,5	11,5	18,8
pril	20,4	21,3	19,5	18,1	11,8	20,6	20,0	19,2
ai	22,0	22,6	21,7	24,5	21,0	20,0	18,0	21,2
ni	21,2	18,5	17,1	14,3	19,3	20,0	21,2	20,0
i	18,0	19,5	13,7	25,0	16,2	16,8	19,2	19,7
gust	19,1	20,4	14,5	17,5	10,6	15,6	17,5	15,0
ıtember	18,0	16,2	16,6	13,7	13,2	22,1	15,7	18,8
ober	19,3	16,3	17,5	19,5	17,2	21,5	13,7	22,5
'ember	15,4	18,0	19,7	18,2	15,4	22,3	25,8	16,1
ember	18,7	19,2	25,6	16,3	12,8	18,0	26,2	21,4

H) Die monatlichen Mittel kommen zwar der halben
ıe aus den monatlichen Maximis und Minimis nahe, man
aber diese Gröſsen nicht dazu anwenden, um jene zu
, weil zwar in der Regel die Temperatur allmälig steigt
ıuch allmälig sinkt, jenachdem man sich der heiſsesten
ihert oder sich davon entfernt; allein die Sprünge sind
noch stärker, als beim täglichen Gange der Wärme,
an erhält daher die monatlichen Mittel nur durch Sum-
und Division der täglichen Mittel[1]. Die auf solche
gefundenen monatlichen Mittel weichen ferner in ver-
ıen Jahren bedeutend von einander ab, so daſs man
Jahre vereinigen muſs, wenn man die genaue mittlere
ıtur eines gegebenen Monates bestimmen will. KÄMTZ[2]
nden, daſs diese Unterschiede in den Wintermonaten
sind, als in den Sommermonaten. Um hierüber zu
en, mögen abermals die acht Jahre der hiesigen Beob-
ı[3] dienen, von denen ich die monatlichen Mittel zu-
elle, ohne die von selbst sich zeigenden Differenzen
anzugeben.

'fallend hat dieses v. BAER aus den Beobachtungen zu No-
ı nachgewiesen, wobei das wahre Mittel zuweilen um 4°
n dem aus dem Maximum und Minimum gefundenen abweicht.
de la Soc. des Sc. de Petersb. T. II. N. 17.
eorologie Th. 1. S. 116.
hier gegebenen Mittel sind aus den Beobachtungen um
;ens und Abends und um 3 Uhr Nachmittags. Diese ver-
zwar nicht die eigentliche mittlere Temperatur, sind aber
:t, die monatlichen Unterschiede in verschiedenen Jahren

Monat	1829	1830	1831	1832	1833	1834	1835	1836
Jan.	—2°,9	—7°,7	—1°,20	0°,03	—3°,60	5°,17	2°,34	0,57
Febr.	—0,75	—1,45	3,80	2,82	6,72	2,35	4,48	1,80
März	5,63	8,26	7,78	6,06	5,10	6,86	6,46	10,14
April	11,03	12,70	13,45	12,78	9,36	9,26	10,65	10,05
Mai	15,60	16,58	16,02	15,15	20,56	19,23	15,90	14,90
Juni	17,57	18,03	17,90	18,08	20,80	20,44	20,15	19,84
Juli	20,42	21,03	21,36	19,85	18,95	24,36	23,15	21,31
Aug.	17,22	18,62	20,38	20,60	17,01	21,81	20,08	20,89
Sept.	14,50	14,38	15,86	15,60	14,93	18,75	17,11	14,86
Oct.	9,01	10,30	15,32	10,51	10,63	11,27	9,86	11,14
Nov.	2,55	6,85	5,60	4,55	6,00	6,15	2,07	5,66
Dec.	—5,10	1,32	4,25	2,58	6,91	1,90	-0,56	3,40

Die gröfsten Unterschiede in diesen 8 Jahren betragen im

Januar	12°,87	Mai	5°,66	September	4°,25
Februar	8,17	Juni	3,23	October	6,31
März	5,04	Juli	5,41	November	4,78
April	3,40	August	3,59	December	12,01

sind also überwiegend grofs in den drei Wintermonaten. Um noch einige Beobachtungen aus verschiedenen Orten in dieser Beziehung zu prüfen, wähle ich die zweijährigen von Dr. Krizl zu Batavia unter 6° 9′ 15″ S. B., vierjährige von 1816 bis 1819 zu Williamstown[1] unter 42° 30′ N. B. und 73° W. L. von G. in 1000 Fufs Höhe und die zweijährigen von 1830 und 1831 von Ross in Felix Harbour unter 7 ° N. B. und 91° 53′ W. L. von G.

Monat	Batavia. 1758	1759	Williamstown. 1816	1817	1818	1819	Felix Harbour. 1830	1831
Januar	26°,11	25°,00	—6°,12	—6°,23	—6°,53	—2°,15	—35°,16	—31°,89
Februar	26,67	25,56	— 3,81	— 9,40	— 9,58	— 2,38	— 34,39	— 35,76
März	26,67	26,11	— 1,48	— 1,92	— 0,44	— 3,62	— 29,16	— 37,06
April	26,11	26,11	5,93	5,91	3,84	— 6,66	— 17,02	— 21,35
Mai	26,67	26,67	11,57	12,40	11,99	12,94	— 9,29	— 8,90
Juni	25,00	25,56	15,91	15,31	20,27	19,56	2,64	— 0,25
Juli	25,56	- - -	18,14	19,66	21,81	21,28	6,98	3,20
August	26,11	- - -	18,03	19,15	18,48	20,54	4,71	2,50
Septbr.	26,11	- - -	12,79	14,80	13,01	17,78	— 2,55	— 13,16
Octbr.	25,00	- - -	9,12	7,26	8,95	7,95	— 12,48	— 18,45
Novbr.	23,89	- - -	4,09	3,77	4,09	3,45	— 24,15	— 23,57
Decbr.	26,11	- - -	— 2,58	— 2,77	— 5,54	— 3,85	— 29,01	— 33,06

Die Uebersicht zeigt, dafs die monatlichen Unterschiede mit den Breitengraden zunehmen, denn zu Batavia betragen

1 Edinburgh Philos. Journ. N. XII. p. 351.

ie gröſsten derselben im Januar und Februar nur 1°,11 und
llen in die Mitte des dortigen Sommers, die zu Williamstown
s 4 Jahren und zu Felix Harbour aus 2 Jahren entnommenen
ſsten monatlichen Unterschiede stelle ich aber zur Vergleichung
den hier zu Heidelberg gefundenen zusammen, woraus zu
n scheint, daſs die Differenzen an beiden Orten im Gan-
geringer sind, als sie hier waren. Dieses ist für Nord-
rica auffallend, weil dort die Temperatur durch die Rich-
der Winde so sehr wechselt, und zu Williamstown muſs
er dieser Einfluſs durch die geringere Breite mehr als com-
irt werden.

Monat	Will.t.	Fel. Harb.	Monat	Will.t.	Fel. Harb.
Januar	4°,38	3°,27	Juli	3°,67	3°,78
Februar	7,20	1,37	August	2,51	2,21
März	3,18	7,89	Septbr.	4,99	10,61
April	2,09	4,33	Octbr.	1,86	5,98
Mai	1,37	0,39	Novbr.	0,64	0,28
Juni	4,96	2,89	Decbr.	2,96	4,05

ur weiteren Vergleichung stelle ich endlich noch die
Boussingault mitgetheilten Beobachtungen von Hall
Salaza zu Quito unter 13′ 17″ S. B. aus den Jahren
1825 bis 1828 und die hierbei sich zeigenden gröſsten
rschiede tabellarisch zusammen, woraus sich ergiebt, wie
die Unterschiede der mittleren monatlichen Temperaturen
den verschiedenen Jahren unter niederen Breiten verschwin-
, ein Resultat, welches sich auch aus den Messungen zu
ia sichtbar herausstellt.

Monat	1825	1826	1827	1828	Gröſste Untersch.
Januar	— —	— —	15°,3	14°,4	0°,9
Februar	— —	15°,9	16,5	15,9	0,6
März	— —	15,7	15,2	15,8	0,6
April	— —	15,5	15,2	15,7	0,5
Mai	— —	15,4	— —	16,4	1,0
Juni	— —	14,1	— —	15,9	1,8
Juli	16°,5	— —	13,7	— —	2,8
August	16,7	16,0	15,5	— —	1,2
Septbr.	— —	16,4	16,2	— —	0,2
October	15,1	15,7	15,8	— —	0,7
Novbr.	— —	15,7	15,0	— —	0,7
December	— —	14,8	16,9	— —	2,1

c) Jährliche mittlere Temperatur.

95) Die jährliche mittlere Temperatur interessirt die Na-
turforscher vorzugsweise und ist das endliche Resultat, welch-
man durch die täglichen Thermometermessungen zu erhalt-
sich bestrebt. Sie bildet einen entscheidenden Charakter d-
Orte unter verschiedenen Polhöhen und bedingt die Art d-
Vegetation mit gleichzeitigem wichtigen Einflusse sowohl a-
die thierische Schöpfung im Allgemeinen, als auch auf d-
Lebensweise der Menschen im Besondern. Man erhält di-
selbe durch Vereinigung der gefundenen monatlichen mittler-
Temperaturen, indem man annimmt, dafs deren Summe dur-
die Zahl der Monate dividirt die mittlere Temperatur des Jah-
genau gebe. Hieraus folgt, dafs zur Auffindung derselben gan-
jährige Beobachtungen erforderlich sind, inzwischen ist so eb-
gezeigt worden, dafs die mittleren monatlichen Temperatur-
hauptsächlich unter höheren Breiten, nicht unbedeutend ver-
schieden sind, und es fragt sich also, ob gleiche Unterschied-
in den mittleren jährlichen vorkommen. Suchen wir die Fra-
im Allgemeinen zu beantworten, so hat allerdings v. Hu-
BOLDT[1] aus mehrjährigen Beobachtungen zu Paris und Ge-
gefolgert, dafs unter mittleren Breiten die jährliche Wärme -
stets fast gleich bleibt, welchem Resultate KÄMTZ[2] beitritt -
darauf den Schlufs baut, dafs schon einjährige Beobachtung-
die mittlere Temperatur eines Ortes nahe genau geben, du-
Verbindung mehrjähriger aber ein zunehmend mehr genähert-
Mittel erhalten werde. So unbezweifelt richtig dieses ist,
geht doch aus den vorhandenen Thatsachen unverkennbar h-
vor, dafs die mittlere Wärme der einzelnen Jahre an d-
nämlichen Orten oft bedeutende Unterschiede zeigt, und
lohnt sich daher allerdings der Mühe, diese Frage näher -
untersuchen.

α) Schwankungen der jährlichen mittleren Temperatur.

96) Zuerst bleibt unter niederen Breiten die mittlere Wär-
sich fast unausgesetzt gleich und einzelne Abweichungen v-
dieser Regel gehören zu den seltenen Ausnahmen. Hier-
ist leicht erklärlich, dafs die jährlichen mittleren Temperatur-

1 Mém. de la Soc. d'Arcueil. T. III. p. 559.
2 Meteorologie. Th. I. S. 114.

in verschiedenen Jahren dort nur unbedeutend von einander abweichen. Zum Beweise können die im vorhergehenden Abschnitte mitgetheilten Temperaturen zu Batavia und Quito dienen. Dieses nämliche Verhalten findet innerhalb der Wendekreise und in geringer Entfernung über diese hinaus noch statt, wie deutlich aus den Beobachtungen zu Rio de Janeiro unter 22° 54′ S. B. hervorgeht, welche DORTA[1] im Jahre 1785 um 10 Uhr Morgens und 10 Uhr Abends angestellt hat, verglichen mit denen von D'OLIVEIRA[2], obgleich die letzteren kein volles Jahr umfassen.

Monat	Dorta	d'Oliv.	Mittel	Monat	Dorta	d'Oliv.	Mittel
Januar	27°,44	27°,39	27°,41	Juli	20°,08	22°,88	21°,48
Febr.	26,37	27,78	27,08	Aug.	22,44	22,52	22,48
März	24,55	26,01	25,28	Sept.	22,22	21,67	21,94
April	24,77	24,02	24 39	Oct.	23,14	- - -	- - -
Mai	22,03	22,03	22,03	Nov.	24,33	- - -	- - -
Juni	20,36	21,47	20,93	Dec.	25,58	- - -	- - -

Das ganzjährige Mittel beträgt nach DORTA 23°,63 C., nach D'OLIVEIRA aus den 9 Monaten 23°,83; die drei (dortigen) Wintermonate Juni, Juli und August geben nach Ersterem 20°,97, nach Letzterem 22°,29, also im Mittel 21°,63, mit so unbedeutenden Unterschieden, daſs hieraus das stete Gleichbleiben der dortigen Temperatur sichtbar hervorgeht. Auf gleiche Weise war nach den Beobachtungen zu Benares[3] unter 25°,5 N. B. die mittlere Temperatur im Jahre 1824 = 25°,2 C., 1825 = 25,72 und 1826 = 25,46 mit einem kaum merklichen Unterschiede, die zu Bancoorah nach MACRITCHIE[4] im Jahre 1827 um 10 Uhr Morgens und Abends im Mittel = 25°,79, im Jahr 1828 aber = 26°,23 mit einem Unterschiede von nicht mehr als 0°,44. Sehr genaue und daher zur Vergleichung vorzüglich geeignete Bestimmungen der mittleren Temperaturen[5] besitzen wir von FUNCHAL auf der Insel Madeira unter 32° 37′ 40″ N. B. Hierfür giebt KIRWAN 20°,27 C., v. HUMBOLDT 20°,5 an, nach HEINEKEN war sie im Jahre 1824 =

---

1 Aus Mem. de Lisboa in v. HUMBOLDT Voy. T. X. p. 428.
2 Biblioth. univ. 1826. p. 372.
3 Philos. Trans. 1828. p. 252.
4 Edinburgh New Philos. Journ. N. XXVI. p. 343.
5 Edinburgh Journ. of Sc. N. XIX. p. 80.

20°,11; im Jahre 1825 = 20°,33; im Jahre 1826 = 17°,9 im Jahre 1827 = 18°,66; im Mittel also = 19,25. Nach ein Prüfung der vorhandenen verschiedenen Bestimmungen du HEBERDEN[1], welcher sich längere Zeit dort aufhielt, rüh die Unterschiede keineswegs ganz von Beobachtungsfehlern h sondern die dortige Temperatur schwankt in den verschieden Jahren zwischen 17°,91 und 20°,27 und kann im Mittel et = 19°,16 angenommen werden. Nach den Untersuchung von FOGGO[2] zeigt sich jedoch, vermuthlich in Folge ungl cher Regenmengen und nicht stets gleich anhaltender Win selbst innerhalb der Wendekreise in Ostindien eine merkb Verschiedenheit der jährlichen mittleren Temperaturen, de für Madras unter 13° 14′ 31″ N. B. wurde im Jahre 1823 d mittlere Temperatur = 28°,62 gefunden, ROXBURGH aber fa nur 26°,90; für Pondichery unter 11° 55′ 42″ giebt LE GEN 29°,44 als mittlere Temperatur an, womit das durch FOGG gefundene annähernde Resultat von 28°,96 C. sehr genau übe einstimmt, dennoch aber will Letzterer gefunden haben, d die mittlere Wärme daselbst sehr variirt. Zu Seringapatam un 12° 45′ N. B. fand SCARMAN im Jahre 1814 aus Beoba tungen bei Sonnenaufgang und um 3 Uhr Nachmittags im Mi 25°,58, im Jahre 1816 aber nur 24°,29 mit einem Untersch von 1°,29, und ebenso erhielt STEVENSON[3] zu Lima un 12° 2′ 51″ S. B. für 1805 die mittlere Wärme = 21°,73, 1810 aber = 20°,56 mit einem für blofs zwei Jahre umf sende Beobachtungen allerdings bedeutenden Unterschiede v 1°,17 C. Unter höheren Breiten kann man zwar im All meinen annehmen, dafs die mittlere jährliche Wärme sich st ziemlich gleich bleibe, allein die Unterschiede sind doch u gleich bedeutender, als unter niederen, obgleich bei weit nicht so grofs, als man aus den sehr ungleichen Extremen d Hitze und Kälte anzunehmen sich veranlafst fühlt. Im Gan müssen sich daher wohl die heifsen Sommer durch kalte Win ausgleichen, allein da die Erfahrung gezeigt hat[4], dafs d eine nicht als Prognosticon des andern gelten könne, so m

1 Edinburgh Journ. of Sc. New Ser. N. I. p. 40.
2 Edinburgh Journ. of Sc. N. X. p. 249.
3 Reisen in Arauco, Chile, Peru und Columbia. Weim. 18 S. 99.
4 Vergl. *Meteorologie*. Bd. VI. S. 2077.

mehr die gewöhnlich statt findende Ausgleichung auf der en Dauer der auffallenden Hitze oder Kälte und der län- n einer der mittleren sich sehr nähernden beruhe. Es sich jedoch leicht zeigen, dafs die Schwankungen der eren jährlichen Temperaturen mit den Breiten zunehmen. erichtet D'HOMBRES-FIRMAS[1], dafs zu Alais unter 44° B. die mittlere Temperatur des Monats Juni 1824 nur betrug, statt dafs ein zwanzigjähriger Durchschnitt 23°,4 das absolute Maximum dieses Jahres erreichte nur 24°, dern dagegen 30° bis 32° und auch wohl 35°, das ab- Minimum jenes Jahres war = 8°, dagegen 1810 = 12°, = 11°,25 und 1823 = 13°,5. Zu Wien unter 48° 12' N. B. war nach BAUMGARTNER[2] die mittlere Temperatur en Jahren 1821 bis 1828 10°,9, das ungewöhnliche Jahr hatte aber nur 7°,61, das Jahr 1822 für sich allein 12°,11 1823 gleichfalls nur 9°,94. Vorzüglich geben die vieljäh- genauen Beobachtungen zu Genf und Paris ein treffliches zur Beantwortung der vorliegenden Frage[3]. Für Genf un- 6° 12' N. B. haben wir verschiedene Zusammenstellungen, s Schwankende der jährlichen mittleren Temperaturen r vor Augen stellen. H. C. LOMBARD[4] vergleicht die- mit der zu Rolle am Genfer See in den Jahren 1816 bis gefundenen. Hiernach war sie in Graden der 80theil.

Jahr	Genf	Rolle	Jahr	Genf	Rolle
1816	7°,09	7°,48	1821	8°,28	8,78
1817	8,11	8,26	1822	8,28	9,70
1818	7,96	9,06	1823	6,50	8,30
1819	8,21	9,08	1824	6,66	8,52
1820	7,63	8,45	1825	7,55	9,08

s ergiebt sich das Mittel für Genf = 7°,03 R. und für = 8°,67; sie war aber 1827 am ersteren Orte = 8°,13 R. Jahre 1828 = 8°,52, zu Vevay aber in diesen beiden = 8°,02 und 9°,30 R. Nach den meteorologischen Ta- war das Mittel aus 37 Jahren zu Genf = 7°,82 R.

---

[1] Biblioth. univ. T. XXVII. p. 187.
[2] Wiener Zeitschrift. Th. VI. S. 299. Th. VII. S. 396.
[3] Vergl. KÄMTZ Meteorologie. Th. I. S. 114.
[4] Biblioth. univ. T. LII. p. 1.

Nach einer andern Angabe in derselben Zeitschrift[1] ist a einem zehnjährigen Durchschnitte der Jahre 1825 bis 1834 d mittlere Temperatur zu Genf = 7°,85 R., die von 1796 1824 = 8°,06, die der letzten 38 Jahre = 7°,83 R. I geringerer Schwankung war die mittlere Temperatur auf d St. Bernhard nach einem 16jährigen Durchschnitte von 1818 1833 = — 0°,89 R., nach einem zehnjährigen Durchschn von 1825 bis 1834 = — 0°,96 R. Für Paris unter 48° N. B. hat J. M. BOUVARD[2] aus 21jährigen Beobachtun von 1806 bis 1826 die mittlere Temperatur = 10°,81 C. funden; die gröfsten Abweichungen hiervon gaben das J 1816 mit 9°,40 und das Jahr 1822 mit 12°,10, woraus ein U terschied von 2°,70 C. hervorgeht. Zu Brüssel unter 50° N. B. erhielt QUETELET[3] für 1833 die mittlere Tempera = 10°,42 und für 1834 = 12°,17 C., so dafs diese beid Jahre einen Unterschied von 1°,75 geben; es ist aber mittlere aus vielen Jahren nach ABBÉ MANN[4] = 10°,05, n KICKX = 10°,63, nach CRAHAY = 10°,88. Die Ursache ser nicht unbedeutenden Unterschiede ist ohne Zweifel d zu suchen, dafs die allerdings häufigern warmen Sommer gelinden Winter, wie 1807, 1811, 1819, 1822 und gegen die früheren Jahre, in denen hauptsächlich nur wegen seiner Hitze bekannt ist, die mittlere Temperatur letzteren Jahre gegen die früheren etwas gehoben hat. zu Heidelberg unter 49° 24′ N. B. geben die Beobachtu um 9 Uhr Morgens und Abends nebst den um 2,5 Uhr N mittags von 1821 bis 1836 im Mittel 11°,05 und das M mum im Jahre 1834 = 12°,5, das Minimum aber im 1829 = 8°,76, woraus ein Unterschied von 3°,74 hervor Aus der Zusammenstellung der Regensburger Beobachtu durch SCHMÖGER[5] von 1774 bis 1834 ergeben sich die gröfsten Maxima der jährlichen mittleren Temperatur Jahre 1778 = 10°,34, im Jahre 1795 = 10°,41 und im 1834 = 10°,35 C.; die drei Minima aber in den Jahren

1 Biblioth. univ. 1835. Avril. p. 408.

2 Mém. de l'Acad. l'Instit. de France. T. VII. p. 327.

3 Bulletin de la Soc. R. de Bruxelles. 1835. T. II. p. 48.

4 Ebendaselbst p. 355.

5 Meteorologische Beobachtungen von Regensburg. 1. Hft. berg 1835.

und 1829 = 6°,77, 6°,36 und 6°,40, so dafs der Un-
ied fast 4° und darüber beträgt.

Der auffallend grofse Unterschied ist ohne Zweifel mindestens
entheils eine Folge der bedeutenden Menge von Jahren,
erbei verglichen worden sind, denn während der 12 Jahre,
e EGEN's[1] Beobachtungen zu Elberfeld umfassen, war die
re Temperatur im Jahre 1822 am gröfsten = 11°,0937
1820 am geringsten = 8°,387 mit einem Unterschiede
7067. Beide Extreme geben im Mittel 9°,74, welches
igentlichen Mittel aus allen 12 Jahren = 10°,0256 noch
,2856 abweicht. Vergleichen wir dagegen die mittleren
raturen zu Berlin vom Jahre 1756 bis zum Jahre 1827,
ie aus MÄDLER's[2] Zusammenstellung hervorgehen, so
das Jahr 1756 das Maximum = 11°,71 und das Jahr
as Minimum = 6°,56 mit einem Unterschiede von 5°,15.
hierbei das erste Jahr 1756, so gäbe das Jahr 1761 das
um = 11°,02 und der Unterschied betrüge nur 4°,46.
HERTZBERG's Beobachtungen zu Malmanger unter 59°
B. in 64 F. Meereshöhe von 1798 bis 1807 und zu
twang unter 60° 19′ N. B. in 32 F. Höhe von 1807
17 waren dort bei einer mittleren Temperatur von 6°,35
treme im Jahre 1802 = 6°,06 und 1812 = 9°,62, wel-
inen Unterschied von 3°,56 giebt. Da für beide Orte
Reihen von Beobachtungen zum Grunde liegen, so läfst
s der Gleichheit der ganzjährigen Oscillationen schlie-
afs diese unter mittleren und etwas höheren Breiten
von einander abweichen. Nehmen wir noch zwei Orte
leicher Breite mit dem letzteren und unter einer noch
, so ergiebt sich auch daraus die Bestätigung dieses
Zu Upsala unter 59° 52′ N. B. ist aus den Jahren
s 1787 die mittlere Temperatur = 4°,998, die höchste
r im Jahre 1779 von 7°,36 und die niedrigste im Jahre
on 3°,54 mit einem Unterschiede von 3°,82 C., zu
g unter 63° 3′ N. B. aber war aus denselben Jahren
lere = — 1°,16 und schwankte zwischen dem Maximum
im Jahre 1787 und dem Minimum = — 3°,4 im Jahre

---

[1] Berghaus Annalen der Erd-, Völker- und Staaten-Kunde.
S. 327.

[2] Hertha, Zeitschrift für Erd-, Völker- und Staaten-Kunde.
S. 442.

1780, wobei der Unterschied sogar 5°,3 beträgt, so dafs hi aus wohl eine Zunahme der Oscillationen der jährlichen m leren Temperaturen mit zunehmenden Breiten gefolgert wer könnte. Noch auffallender aber ist, dafs an diesen bei Orten das Mittel aus den ersten 6 Jahren zu Upsala 5 und zu Uleäborg — 2,15, aus den letzten 6 Jahren dage am ersten Orte 4°,456, am letzteren — 0,183 beträgt[1]. S mehrjährige Mittel können daher vom eigentlichen Mittel vielen Jahren nicht unbedeutend abweichen. Mädl findet aus der Uebersicht der zu Berlin von 1756 bis 1 angestellten Thermometerbeobachtungen, dafs der Grund gröfseren oder geringeren Mitteltemperatur fast allezeit in e ausgezeichneten Wärme oder Kälte einer einzelnen Jahres gegründet ist, wogegen eine allgemeine, über das ganze verbreitete Vermehrung oder Verminderung der Wärme u die Seltenheiten gehört. Jene Abnormitäten folgen aber n ganz selten mehrere Jahre nach einander und können d die Mitteltemperatur einige Jahre anhaltend leicht vermeh oder vermindern. Ob diese Sätze auch auf Orte unter weichenden Breiten und Längen anwendbar sind, kann b vermuthet werden; zur definitiven Entscheidung fehlen geeigneten Beobachtungen.

In Nordamerica scheinen die Schwankungen der jährlic mittleren Temperaturen noch bedeutender zu seyn. Zu Nat im Mississippi unter 31° 34′ N. B. war nach Andrew Elli die Temperatur im Jahre 1800 nur 17°,91, im Jahre 1801 = 19°,31 und im Jahre 1803 wieder = 19°,25, die letz beiden Gröfsen wenig verschieden, allein die ersten be bieten doch den nicht unbeträchtlichen Unterschied von 1°,4 dar. Zu Marietta unter 39° 25′ N. B. fand Hildreth[4] mittlere jährliche Wärme im Jahre 1828 = 12°,88 C., 1 = 11°,32 und 1830 = 12°,73, welche Bestimmungen e Unterschied von 1°,56 geben, im Jahre 1831 betrug nur 10°,47 mit einer noch gröfseren Differenz von 2°,4 Aus Williamstown unter 42° 30′ N. B. und 1000 Fuſs

1 S. L. v. Buch in G. XLI. 45.
2 A. a. O. Hertha Th. XI. S. 437.
3 American Philos. Trans. T. VI. p. 28.
4 Sillimann Amer. Journ. of Sc. T. XX. p. 126.
5 Ebendaselbst T. XXII. p. 109.

Meeresfläche geben vierjährige genaue Beobachtungen 1816 bis 1819 folgende mittlere Temperaturen[1]: 6°,86, ; 6 ,77 und 8°,12, mithin als gröfsten Unterschied 1°,57. Fayetteville unter 42° 58′ N. B. erhielt Martin Field[2] in zwei Jahren 1829 bis 1831 zwar genau übereinstimmend), allein das Jahr 1831 auf 1832 gab nur 6°,33, mithin sich in diesem kurzen Zeitraume doch schon ein Unterschied von 0°,45. Aus Montreal in Ober-Canada unter 45° N. B. haben wir sehr genaue Bestimmungen von Archibald Hall[3] aus Beobachtungen um 7 Uhr Morgens und 3 Uhr Nachmittags vom Jahre 1826 bis 1835, aus denen die Schwankungen der jährlichen Mittel sichtbar hervorgehn, weshalb ich sie übersichtlich zusammenstelle. Die mittlere Wärme aus den 10 Jahren betrug 7°,6, es waren aber die jährlichen Mittel und ihre Abweichungen vom allgemeinen Mittel folgende.

Jahr	Mittel	Untersch.	Jahr	Mittel	Untersch.
1826	8°,83	+1°,23	1831	8°,22	+0°,62
1827	7,05	— 0,55	1832	7,05	— 0,55
1828	8,49	+ 0,89	1833	7,11	— 0,49
1829	7,78	+ 0,18	1834	7,22	— 0,38
1830	8,77	+ 1,17	1835	5,56	— 2,04

Hiernach beträgt die gröfste Abweichung vom Mittel 2°,04, die gröfste Differenz zweier Jahre 3°,27, und zugleich folgen 4 Jahre mit geringeren Wärmen und 3 Jahre mit gröfseren auf einander, so dafs offenbar die mittlere ziemlich fehlerhaft aus der einen oder der andern dieser Reihen bestimmt werden würde. Zu Felix Harbour unter 70° N. B. haben wir Beobachtungen aus zwei auf einander folgenden Jahren und diese geben für 1830 im Mittel — 15°,07 und für 1831 — 16°,42, also mit einem Unterschiede von 1°,35, wonach zu vermuthen steht, dafs länger anhaltende Beobachtungen noch gröfsere Differenzen geben würden. Wenn also bei mittleren Temperaturen von etwa 5° bis 12° C. einzelne Jahre Unterschiede von 1°,5 bis 2° geben, so müssen wir wohl zugestehen, dafs nur durch einen seltenen Zufall ein einzelnes Jahr hinreichen wird, um diese

1 Edinburgh Phil. Journ. T. XII. p. 351.

2 Sillimann Amer. Journ. T. XVIII. p. 366. T. XXII. p. 298.

3 Edinburgh Philos. Journ. N. XLII. p. 236.

wichtige Bestimmung mit der erforderlichen Genauigkeit z
erhalten, da die Unterschiede vom Mittel nach den hier gefu
denen gröfsten Abweichungen von 0°,75 bis fast 2° betrag
können.

β) Kälte der südlichen Halbkugel.

97) Ohne hier schon auf die Untersuchung der Bedingun
einzugehn, von denen die jährliche mittlere Temperatur d
verschiedenen Orte der Erde abhängt, dürfen wir im All
meinen als bekannt voraussetzen, dafs wohl nicht blofs hau
sächlich, sondern fast ausschliefslich der Stand der Sonne
wirkende Ursache anzusehn ist, indem sonstige Einflü
meistens nur local sind, und dafs diesemnach die mittl
Temperatur der Orte fast allein durch die Polhöhe bedi
werde. Hiernach müfsten ferner beide Hemisphären un
gleichen Breiten gleiche Wärme haben, allein insbesondere
Cook's[1] Erfahrungen über das Herabgehn des Polar-E
der südlichen Halbkugel bis zu mittleren Breiten hielt
die letztere für ungleich kälter, als die nördliche[2], und f
die Ursache dieser Ungleichheit theils in dem kürzeren S
mer der südlichen Halbkugel, sofern die Sonne vermöge
elliptischen Bahn sich ungefähr 8 Tage länger in ihrer
lichen Abweichung befindet, oder umgekehrt in dem läng
Winter derselben, während dessen die Erde dort nach Prév
mehr Wärme ausstrahlen soll, theils in der ungleichen
schaffenheit ihrer Oberfläche, welche, gröfstentheils mit W
bedeckt, eine geringere Menge von Sonnenstrahlen absorb
und in Wärme umwandeln soll. Der letzteren Ansicht

1 Die Idee einer gröfseren Kälte der südlichen Halbkugel
breitete sich schon früh durch die Vergleichung der hohen Br
grade, wohin Schiffer gelangten, mit der rauhen Temperatur, die
Magellans-Strafse gefunden worden war. Mairan in Théorie de la
T. I. und Büffon in Mém. de l'Acad. 1765 erklärten sich aus th
tischen Gründen dagegen, Aepinus in: de Distributione caloris
vertheidigte sie abermals, Le Gentil Voyage dans l'Inde T. I.
Kirwan in Irish Transactions T. VIII. stellten die Thatsache d
hoch heraufkommenden Eises wieder in Abrede.

2 Vergl. Art. *Erde* Bd. III. S. 996. Von dieser gröfseren
handelt auch Simonoff in Corresp. Astr. T. XIV. N 3. Daraus in
univ. T. XXXI. p. 296.

3 Ann. de Chim. et Phys. T. LX. p. 303.

ıerdings auch Poisson[1], weil die kürzere Dauer des süd-
ıen Sommers durch die gröſsere Nähe der Sonne ausge-
hen wird, wie zuerst Lambert[2] andeutete. Die Ursache
Annahme einer solchen, factisch nicht vorhandenen, Un-
chheit lag jedoch bloſs darin, daſs man die Temperatur der
dlichen Halbkugel nach derjenigen Wärme bestimmte, die
der Westküste Europa's bis über Spitzbergen hinaus herrscht
nicht als Regel, sondern nur als Ausnahme gelten kann[3].
ı wuſste auch bereits seit längerer Zeit, daſs die Ungleich-
der Temperaturen beider Halbkugeln erst unter höheren
iten beginne, wie unzweifelhafte Messungen beurkunden.
erzählt James Prior[4], daſs auf den Sechellen, den klei-
Inseln unter 4° S. B., die Wärme im Ganzen gleichblei-
der ist, wie überall auf den Inseln der äquatorischen Zone,
daher selten über 30° C. steigt, und Kotzebue[5] bezeugt,
im stillen Ocean unter 15° 15′ S. B. im März, also um
Zeit der dortigen Herbstnachtgleiche, das Thermometer
ht unter 30° C. herabging. Auf Mauritius (Isle de France)
ter 20° 9′ 45″ S. B. zeigte das Thermometer im December,
m dortigen Sommer, im Schatten auf dem Schiffe nach Ja-
s Prior[6] 26° bis 30°,56 C. auf dem Lande aber noch ge-
ı 2° mehr. Die Temperatur des Caps der guten Hoffnung,
er 33° 56′ S. B., so wie der dortigen Colonieen kennen
aus den neuesten Messungen ziemlich vollständig und es
d hiervon später ausführlicher die Rede seyn, weswegen
r genügt zu bemerken, daſs sie genau mit der unter glei-
n Graden N. B. übereinkommt; dennoch aber wird glaub-
t versichert[7], daſs unter 39° 45′ S. B. eine groſse Menge
ibeis das Meer bedeckt habe, wodurch ein Schiff bedeu-
d beschädigt wurde, namentlich war dieses im Jahre 1829
Fall[8]. Dagegen versichert Simonoff[9] auf Neuseeland

1 Ann. de Chim. et Phys. T. LIX. p. 101.
2 Pyrometrie. S. 310. §. 588.
3 Vergl. de la Rive und Poggendorff in des Letzteren Ann. d.
ı. Th. XXXIX. S. 66.
4 Beschr. einer Reise in d. Indischen Meeren. Weim. 1819. S. 109.
5 Neue Reise um die Welt. Weim. 1830. S. 61.
6 A. a. O. S. 109.
7 Edinburgh New Philos. Journ. N. XV. p. 193.
8 Ann. de Chim. et Phys. T. XLII. p. 418.
9 Biblioth. univ. T. XXXI. p. 296.

unter 41° S. B. eine milde Temperatur gefunden zu hab indem die Menschen mitten im Winter fast unbekleidet wa und das Thermometer 20° C. zeigte. Auf der Insel Macqu sah derselbe eine Art Papageien, die sicher keinen hohen G der Kälte aushalten und dennoch das ganze Jahr hindu sich dort aufhalten. Peron[1] bemerkt, dafs bei den Dec Inseln unter 35° 30′ S. B. die Wärme im Januar, dem di gen Sommer, meistens 23°,37 betrug, an einigen Tagen a mindestens auf den Inseln selbst, 34°,35 C. erreichte, nicht weniger ist, als unter gleichen Graden nördlich Aequator angetroffen wird; auf der King-Insel bei Neuhol aber unter 39° 50′ S. B. stieg im December das Ther meter selten über 18°,75 C., worin man dort schon die ringere Wärme der südlichen Halbkugel wahrnehmen dü wenn sie sich unter gleichen Breiten allgemein so zei Von der Insel Neu-Georgia unter 54° 30′ S. B. erzählt Forste dafs ihre Berge selbst im Sommer mit Schnee bedeckt welcher bis zum Meeresstrande herabreicht, und dafs sie an einigen Stellen durch die Sonnenstrahlen entblöfst wer wogegen jedoch Weddel[3] behauptet, Grasbüsche bis zu Fufs Höhe und selbst auf Neuschottland zwischen 61 63° S. B. noch Gras und ein dem isländischen ähnliches gefunden zu haben. Vergleicht man dieses mit dem, Norwegens und Schwedens Küsten unter gleichen nördl Breiten zeigen, so wird die gröfsere Kälte der südlichen H kugel dadurch allerdings minder zweifelhaft. Simonoff richtet, dafs er im December, dem dortigen Sommer, die Neu-Georgien mit Schnee bedeckt und ihre Buchten mi erfüllt gefunden habe, auch stieg das Thermometer nie 5° C. und unter 64° S. B. kam die Temperatur im Somme über 0° C., statt dafs man unter gleicher nördlicher Breit blühende Stadt Archangel findet. Vorzüglich ist das Feu und die Magellans-Strafse zwischen 53° bis 56° N. B. Cook und Forster als stets winterlich, mit Schnee be und der Vegetation fast ganz beraubt geschildert worden, wo

1 Dessen Reise von Freycinet. Weim. 1819. Th. II. S. 12
2 Bemerkungen. S. 145.
3 A Voyage towards the South-Pole cet. Lond. 1825.
4 A. a. O. p. 297.

loch Banks und Byron versichern[1], ebendaselbst einen üppi-
n Baumwuchs gefunden zu haben. Hiermit übereinstimmend
ıreibt ein See-Offizier[2], die angenommene Kälte der süd-
hen Halbkugel sey eine Fabel; denn zu Cap Horn unter
° S. B. sey die Vegetation im Mai, dem dortigen November,
voller Kraft gewesen und nur wenig Schnee habe sich in
drigen Gegenden gefunden. Inzwischen sey es dort stets
nerisch und windig, der Sommer wenig heiſs, aber der
inter von nicht intensiver Kälte.

Kaum scheint es möglich, diese widersprechenden Anga-
ı zu vereinigen. Am leichtesten dürfte dieses noch seyn
ksichtlich des Feuerlandes, dessen mittlere Temperatur aller-
gs die Vegetation der härteren Baumarten gestatten mag,
gleich das Klima dort höchst rauh und unfreundlich ist. Hier-
r giebt A. de Cordova[3] Auskunft, indem er sagt, daſs in
Magellans-Straſse selbst im hohen Sommer die Wärme
ht über 7° bis 8° steigt und zuweilen sogar bis zum Ge-
rpuncte des Wassers herabsinkt, wobei kaum ein Tag ohne
gen vergeht und Stürme beständig herrschen, welche aus
esten wehend die Durchfahrt von Nord und von Ost her
ır erschweren. Die Temperatur des dortigen Winters kennt
n nicht, vermuthlich aber ist sie verhältniſsmäſsig wegen
Nähe des Meeres nicht so niedrig, als für Continente ein
her Sommer erwarten lieſse. Höchst auffallend aber müſste
seyn, die älteren Nachrichten von der Höhe, bis zu welcher
Massen des südlichen Polareises nach dem Aequator zu herauf-
nmen sollen, auch neuerdings bestätigt zu finden, wenn nicht
ıes Horsburgh[4] über dieses seltsame Phänomen genügende
skunft gäbe, indem er zeigt, daſs die Fälle dieser Art zu
ı seltenen, auch auf der nördlichen Halbkugel vorkommenden
nahmen gehören. Seit fast einem halben Jahrhundert be-
nete kein Schiff der Ostindienfahrer einem Eisberge, obgleich
viele derselben die Parallele von 40° bis 42° S. B. erreich-
, allein am 7. April 1828 passirte das französische Schiff
monie, von Calcutta kommend, unter 35° 50′ S. B. und

1 Hawkesworth Geschichte der Seereisen. Th. I. S. 52. Th. II.
43. bei Kämtz Met. II. 125.
2 Edinburgh New Philos. Journ. N. XV. p. 191.
3 Reise nach der Magellans-Straſse. Weim. 1820. S. 90.
4 Philosoph. Trans. 1830. p. 117.

18° 5′ W. L. von Gr. durch einige Eisberge, deren einer 100 Fufs über das Wasser emporragte, und ebenso wurden am 28. desselben Monats vom holländischen Schiffe Elisa unter 37° 31′ S. B. und 18° 17′ W. L. v. G. Eisberge gesehn, deren Spitzen 250 bis 300 Fufs über das Wasser emporzuragen schienen. Abermals am 20. April 1829 traf der Ostindienfahrer Farquharson unter 39° 13′ S. B. und 48° 46′ W. L. v. G. einen grofsen Eisberg, dessen Höhe über dem Wasser 150 engl. Fufs gemessen wurde. Vorher scheinen keine Eisberge in solcher Entfernung vom Pole gesehn worden zu seyn, denn es wird blos erwähnt, dafs am 24. Decbr. 1789 unter 44° 10′ S. B. und 4. 25′ östl. L. deren angetroffen wurden, weswegen man annahm das Polareis gelange auf beiden Hemisphären ausnahmswei bis etwa 40° vom Pole. Auffallend ist hierbei, dafs in de beiden erst genannten Jahren die Eisberge stets im April ge sehn wurden, woraus man nach Horsburgh schliefsen sollt dafs sie auf der nördlichen Halbkugel in dem correspondire den Monate October sich am weitesten vom Pole entfern müfsten, allein es ist sonderbar, dafs sie auch hier im Mo April und Mai gesehn wurden. So sah am 14. April 18 das Schiff Minerva auf seiner Fahrt von Newyork nach Liv pool unter 42° 47′ N. B. und 47° W. L. vier grofse Eisber am 7. Mai 1823 stiefs ein Schiff auf seiner Fahrt von Liv pool nach Neufundland auf einen Eisberg, jedoch ist die g graphische Lage des Ortes nicht angegeben, am 14. Mai 1 aber stiefs eine nach Quebeck segelnde Schiff-Abtheilung u. 44° 18′ N. B. und 50° 50′ W. L. v. G. auf nicht weniger al *Eisberge*, deren einige 80 Fufs aus dem Wasser emporra und passirte am Nachmittage ein *Eisfeld* von 20 engl. Me Ausdehnung und stellenweise 30 Fufs über die Wasserfl emporragend. Wenn Horsburgh nach diesen Thatsachen die Anwesenheit eines Landes unter dem südlichen Polark und auf ein ungewöhnliches Naturereignifs, als etwa ein E beben, schliefst, welches diese Massen gegen die gewöhnl Regel losgerissen haben müsse, so glaube ich diesen Hypoth nicht beipflichten zu können, vermuthe vielmehr, dafs geeignete Witterungsdisposition, namentlich häufige Regen Schneefälle, die bereits schwimmenden Eismassen ungew lich vergröfsert und dafs eine durch gewisse Windrichtu bestimmte schnelle Strömung sie an die genannten Orte ge

›e[1]. Im Ganzen führen diese Thatsachen zu der Folgerung, s die mittlere Temperatur der beiden Hemisphären so un-ich nicht sey, als man bisher aus der Entfernung des Po-ises vom Südpole schliefsen wollte, und überhaupt ergiebt ı aus den neueren Untersuchungen, dafs ein solcher abso-r Unterschied nicht statt finde. Früher fand man den Be-s für denselben hauptsächlich in den Erfahrungen, dafs die iffer ohne Schwierigkeit alljährlich die Küsten Spitzbergens ichen, ja sogar bis über den 80sten Breitengrad hinaus ge-gen können und dafs die Vegetation an den skandinavi-en Küsten bis zum 70sten Breitengrade reicht, statt dafs ›K auf der südlichen Halbkugel nicht über den 71sten und DDEL nicht über den 74sten Breitengrad hinausgelangen nten, allein auch v. KOTZEBUE kam jenseit der Behrings-fse nicht über den 67sten Breitengrad hinaus, PARRY ge-gte wohl nur durch Zufall im americanischen Polarmeere über den 74sten Grad hinaus und Ross blieb schon unter N. B. unlösbar im Eise stecken. Die Wärme des Meeres Island und Spitzbergen ist daher als Ausnahme von der gel zu betrachten, die durch später zu erörternde Ursachen beigeführt wird[2].

γ) Jahreszeiten.

98) Da die Wärme der Orte vorzugsweise von der Ein-kung der Sonnenstrahlen herrührt, die Schiefe der Ekliptik r eine nach den Polen hin wachsende Ungleichheit der gеslängen verursacht, so mufs hierdurch eine in verschie-en Theilen des Jahres ungleiche Wärmeproduction bedingt den, worauf die bekannte Abtheilung des Winters und nmers, so wie der vier Jahreszeiten beruht. Aufser dieser emeinen Ursache giebt es aber noch verschiedene und zwar r zahlreiche, welche den Gang der Temperatur bedingen. h LAMPADIUS[3] kann unterschieden werden 1) der immer-hrende, nur durch eine oder zwei Regenzeiten unterbro-

---

1 Vergl. *Meer*, Gefrieren desselben. d. VI. BS. 1690.
2 Vergl. oben Bodentemperatur. §. 56.
3 Systematischer Grundrifs der Atmosphärologie. Freiberg 1806. S. 225.

chene Sommer unter dem Aequator; 2) ein Wechsel zwisch
Frühling und Sommer in der Nähe der Wendekreise; 3) d
vier Jahreszeiten vom 30sten bis 60sten Breitengrade; 4) d
Wechsel zwischen Sommer und Winter zwischen dem 60st
und 75sten Breitengrade; 5) immerwährender Winter in d
Nähe der Pole. Allein ungeachtet ein solcher Unterschied f
einige Gegenden namentlich unter dem Meridiane, welch
über den atlantischen Ocean an der Westküste des alten Co
tinentes hinläuft, statt finden mag, wenn man den all
dings bestehenden Unterschied der jährlichen Temperatur
unter dem 80sten Breitengrade nicht berücksichtigt, so ist de
noch eine solche allgemeine Regel keineswegs thatsächlich
gründet. Allerdings sind die Unterschiede der jährlichen Te
peraturen in der äquatorischen Zone hauptsächlich auf der S
auf Inseln und Küstenländern nur gering, denn namentl
zu Cumana unter 10° 17′ N. B. beträgt die mittlere Tempe
tur 27°,5 und die höchste nur 3° mehr; in Havana betra
beide 25°,6 und 7°,7; in Natchez unter 31° 34′ N. B. 1
und 16°,2 und zu Philadelphia unter 40° N. B. sogar 1
und 24°,6, wonach also die Unterschiede mit den Graden
Breite augenfällig wachsen; ja es scheint auch in der T
als ob sie vom Polarkreise an wieder abnehmen, obg
hierüber nicht hinlängliche Messungen vorhanden sind; a
dennoch wird die Allgemeinheit dieser Regel durch die
und Gröſse der Ausnahmen zu sehr beschränkt. Wucher
schlägt vor, einen natürlichen Sommer vom 6ten Mai
22sten September und einen natürlichen Winter vom
November bis 21sten März, jeden von 140 Tagen,
dazwischen Frühling von 45 und Herbst von 40 Tagen
zunehmen, allein hierin liegt zu viel Willkürliches und
allgemein Anwendbares, als daſs diese Eintheilung Beifall
den könnte. Allerdings stellen sich die Abtheilungen in
wisse Jahreszeiten nicht für alle Gegenden der Erdober
gleichmäſsig heraus, im Ganzen ist jedoch jetzt die übliche
theilung, wonach December, Januar und Februar den Wi
März, April und Mai den Frühling, Juni, Juli und Au
den Sommer, September, October und November den H

---

1 Die Sommertemperatur zu Karlsruhe, nach zwanzigjährige
obachtungen u. s. w. Karlsr. 1822. 4. S. 52.

:n, für den gröfsten Theil der bewohnten Erdoberfläche
dem wirklichen Gange der Temperatur am meisten über-
ommend und Kämtz[1] hat auch aus der Beschaffenheit der
en, die den jährlichen Gang der Wärme unter den ver-
densten Breiten ausdrücken, genügend nachgewiesen, dafs
Eintheilung der Natur der Sache am angemessensten ist.
Obgleich aber die Art der Krümmung dieser Curve der
chen Wärme überall im Allgemeinen gleich ist, wie wir
r sehn werden, so ist doch die Gröfse ihrer Krümmung
verschiedenen Breitengraden und, selbst wenn diese
h sind, unter verschiedenen Längengraden bedeutend ver-
den. Um dieses durch einige Thatsachen zu beweisen,
hne ich vor allen Dingen, dafs nach v. Humboldt[2] die
des geringsten Unterschiedes zwischen Winter und Som-
mit dem Meridiane des Mont-Blanc zusammenfällt, in-
östlich von dieser Grenze die Sommer heifser und die
ter kälter werden, überhaupt aber die westlichen Theile
grofsen Continente wärmer sind als die östlichen und
Unterschiede zwischen Winter und Sommer sich daher auf
en Seiten von dieser Linie bedeutender herausstellen. Zu
york unter 40° 43′ N. B. ist der Sommer wie in Rom, der Winter
in Kopenhagen; zu Quebeck unter 46° 48′ N. B. der Sommer
zu Paris, der Winter wie zu Petersburg; zu Peking unter 39° 54′
der Sommer wie zu Paris, der Winter wie zu Upsala. Aller-
s fällt fast jeder Unterschied der Jahreszeiten in der Nähe
Aequators, insbesondere auf den Inseln und in den Küsten-
rn weg, inzwischen fängt doch selbst auf Trinidad, Ta-
und der Umgegend zwischen 10° und 12° N. B. die
lich gröfsere Hitze im Mai an, erreicht Ende Juni den
sten Grad und dauert bis October[3]; zu Seringapatam un-
2° 45′ N. B. in 2412 engl. Fufs Höhe war nach Foggo[4]
mittlere Temperatur, die Jahreszeiten nach der obigen Be-
nung angenommen,

Winter 24°,00; Frühling 29°,21; Sommer 24°,56; Herbst 25°,17
— 21,84 — 27,82 — 24,35 — 23,69

[1] Meteorologie. Th. I. S. 129.
[2] Schön Witterungskunde. S. 69.
[3] Dauxion Lavaysse Reise nach Trinidad, Tabago u. d. Marga-
n. Ueb. v. Zimmermann. Weim. 1816. S. 58.
[4] Edinburgh Journ. of Science. N. X. p. 252.

mit nicht bedeutenden Unterschieden; zu Deihbid dagegen, unter fast 31° N. B. zwischen Ispahan und Persepolis, ist wahrscheinlich wegen des Einflusses der nahen Gebirge und der unbekannten, aber gewifs etliche tausend Fufs betragenden Höhe der Gegend der Winter nach MORIER[1] so rauh, dafs die nahen Berge oft wochenlang mit Schnee bedeckt sind und die Reisenden zuweilen 40 Tage lang durch den Schnee aufgehalten werden. Nach v. HUMBOLDT[2] beträgt der Unterschied zwischen den Temperaturen des heifsesten und des kältesten Monats zu Lissabon unter 38° 43′ N. B. bei 36 T. Höhe 11°,56; zu Madrid unter 40° 24′ N. B. bei 340 T. Höhe 19°,7 und zu Rom unter 41° 54′ N. B. bei 21 T. Höhe 19°,5.

99) Bleiben einzelne Anomalieen unberücksichtigt, wovon später einige auffallende Beispiele beigebracht werden sollen, so dürfen wir annehmen, dafs in den Gegenden, welche nach v. HUMBOLDT zur Linie des geringsten Unterschiedes zwischen Winter und Sommer gehören, die angegebenen Jahreszeiten am meisten mit gleichmäfsigem Wechsel und von ungefähr gleichmäfsiger Dauer hervortreten. Weiter östlich von dieser Linie, schon in Oesterreich, Schlesien, Polen, Ungarn bis nach Rufsland hin, dehnt sich der Winter mehr in den Frühling aus, der Sommer mehr in den Herbst, und man könnte geneigt seyn, das Jahr in zwei Abtheilungen zu theilen, Winter und Sommer, wobei dann mit zunehmender geographischer Breite die Dauer des Winters gröfser wird als die des Sommers[3]. Der geringere Unterschied zwischen Winter und Sommer zeigt sich dagegen auffallend in England und Schottland, wo die Schafe den ganzen Winter im Freien bleiben und manche Gewächse ausdauern, die zwischen dem 48sten bis 50sten Breitengrade des Treibhauses bedürfen, ungeachtet die bis an diese Parallele reichenden Nufsbäume, Kastanien und Weinreben dort nicht gedeihen. Selbst auf den Faröer-Inseln unter 61° 26′ bis 62° 25′ N. B. und 6° 7′ bis 7° 43′ W. L. ist der Unterschied zwischen Winter und Sommer nicht

1 Dessen Reisen. Weimar 1814. S. 99.

2 Hertha. Th. IV. S. 21.

3 Am auffallendsten zeigt sich dieses unter dem Meridiane von Jakuzk. S. §. 115.

's, denn TREVELYAN[1] fand im Mittel aus zwei- und mei-
s vierjährigen Beobachtungen die mittlere Temperatur des
nters = 3°,91, des Frühlings = 8°,23, des Sommers = 12°,57
des Herbstes = 6°,88 C. Zu Pyschminsk[2] im Ural dage-
unter 57° N. B. fängt der Frühling im Mai an, denn
. im Jahre 1790 wurden dort die Kohlarten am 16ten Mai
it, am 11ten Juni schon geblättert, die Gurken blühten
25sten Juni und waren am 13ten Juli schon reif. Die
e Sommertemperatur, welche in Ungarn den feurigen Wein
ugt, macht es in Beresow unter fast 59° N. B. möglich,
Korn reift, denn nach ERMAN[3] ist dort die mittlere
rme des Juni = 17°,5, des Juli = 16°,6 und des August
19°,75. Aehnliche Temperaturverhältnisse finden sich nach
RKE[4] im östlichen Rufsland, wo namentlich in Moscau
er 55° 47′ der Winter plötzlich in den Sommer übergeht,
n er fand daselbst am 8ten April noch Schnee, am fol-
den Tage fiel Thauwetter ein und an dem hierauf folgen-
stieg die Wärme um Mittag im Schatten sogar auf 23° C.
Woronesch am Don unter 51° 40′ N. B. steigt die Hitze
Sommer bis 35° C., es reift dort Wein und die Wasser-
lonen sind so häufig als die Gurken in Deutschland; den-
h aber sind im Winter — 37°,5 keine seltene Erscheinung.
ch dort tritt im December der Winter mit der intensivsten
l dauernden Kälte ein, der Sommer dagegen im April so-
ich mit grofser Wärme, und später bringt der Südwestwind,
eine Art Sirocco, unerträgliche Hitze. Das Asow'sche
er, im Mittel unter 46° N. B., gefriert alle Winter so, dafs
ne Schifffahrt möglich ist und die Verbindung blofs durch
litten unterhalten wird, dennoch aber stieg die Wärme in
Cuban'schen Tartarei, gleichfalls unter 46° N. B., oft bis
,22 C. In Nordamerica sind die Jahreszeiten überall merk-
, es findet jedoch ein gröfserer Unterschied der höchsten
l niedrigsten Temperaturen statt, als in Europa, auch ist
Gang der Wärme dort keineswegs ebenso gleichförmig,

---

1 Edinb. New Phil. Journ. N. XXXV. p. 162.
2 SCHÖN Witterungskunde. S. 73.
3 Reisen. Th. I. S. 603.
4 Reise durch Rufsland und die Tartarei. Weim. 1817. S. 43,
2, 225, 378, 409.

indem als Folge verschiedener Winde zuweilen grofse Wärme mit starker Kälte plötzlich wechselt[1].

100) Nach der Gröfse des Unterschiedes der höchsten und tiefsten Temperatur unterscheidet man die *Klimate* der Orte, und nennt diese beständige, veränderliche und übermäfsige, je nachdem die Wärme das ganze Jahr hindurch fast gleich bleibt oder sich mäfsig oder übermäfsig ändert[2]. Als Bestimmungsgrund hierfür gilt nicht sowohl das absolute Maximum und Minimum der Temperatur, als vielmehr die Wärme des heifsesten und kältesten Monates. Als Beispiele für diese Bezeichnung können folgende Orte dienen.

Orte	Mittlere Temp.	Temp. des Monats heifsesten	Temp. des Monats kältesten	Unterschied
Funchal	20°,3	23°,2	17°,2	6°,0
St. Malo	12,3	19,4	5,4	14,0
Paris	10,6	18,5	2,3	16,2
London	10,2	18,0	2,2	15,8
New-York	12,1	27,1	—3,7	30,8
Peking	12,7	29,1	—4,1	33,2

Hiernach hätte also Funchal ein beständiges Klima (*climat constant*), St. Malo, Paris und London ein veränderliches (*climat variable*), New-York und Peking ein übermäfsiges (*climat excessif*), Brüssel aber, dessen mittlere Temperatur 10°,8 beträgt, die des heifsesten Monates 21°,28 und des kältesten 1°,32 mit einem Unterschiede von 20°,96, würde nach Quetelet ein veränderliches Klima mit Annäherung zum übermäfsigen haben.

101) A. v. Humboldt[3] hat zuerst in gröfserem Umfange die Ursachen aufgesucht, wodurch an den verschiedenen Orten der nördlichen Halbkugel die ungleichen Temperaturen des Sommers und Winters herbeigeführt werden, und zur Bezeich-

1 Vergl. *Klima*. Bd. V. S. 883.

2 Quetelet Mém. sur les Variations diurne et annuelle de la Température. p. 11. Vergl. Pouillet Éléments de Phys. T. II. p. 636.

3 Mém. de la Soc. d'Arcueil. T. III. p. 521.

g der hieraus entspringenden Folge, dafs nämlich Orte un- verschiedenen Polhöhen gleiche Sommer und wiederum che Winter haben müssen, die Bezeichnungen *Isotheren* ı ἴσος gleich und ϑήρ der Sommer) und *Isochimenen* (von ἴσος χεῖμα Winter) eingeführt, Linien, von welchen erstere die- gen Orte verbinden, an denen ein gleicher Sommer herrscht, tere aber diejenigen, an denen die mittlere Temperatur des ıters gleich ist. Dieser Gelehrte hat dann aus dem rei- ı Schatze seiner Kenntnisse eine Menge Thatsachen bei- acht, welche den Lauf dieser Linien zu bezeichnen die- , Kämtz[1] hat deren Zahl nicht unbedeutend vermehrt, somit bleibt für mich nur eine spärliche Nachlese übrig, ich in die nachfolgende Uebersicht einreihe.

102) Aus Gründen, die am Schlusse dieser Untersuchun- angegeben werden sollen, giebt es, abgesehn von dem its erwähnten Einflusse, welchen die geographische Breite die Schwankungen der jährlichen Temperatur äufsert, drei ptstreifen, die sich durch die Unterschiede der Sommer- Wintertemperaturen auszeichnen, deren einen, die Region geringeren Unterschiedes, ich unter 0° der Länge setzen chte, mit einer Erstreckung von etwa 10° westl. bis 20° östl. ge, den zweiten unter 90° östl. Länge im grofsen asiati- n Continente und den dritten unter 90° westl. Länge in enige Gegend, deren Temperaturverhältnisse zum Theil h die vermuthlich aus Festland bestehende Umgebung der ins-Bai bedingt wird, die beiden letzteren mit einer un- hr gleichen Erstreckung nach beiden Seiten. Aus den von ıtz mitgetheilten Tabellen der Temperaturverhältnisse, wo- die mittleren Temperaturen der verschiedenen Orte als ptbestimmungsgrund angenommen sind, könnte man leicht ge Hauptpuncte entnehmen, um die Verhältnisse der mitt- n Winter- und Sommertemperaturen in diesen Streifen rsichtlich zu machen, ich wähle aber lieber die Einthei- ;, wonach ebendieser Gelehrte dieses Verhältnifs in bekann- und interessanten Ländern anschaulich gemacht hat, wor- dann zugleich der Einflufs der benachbarten Meere auf die tenländer sichtbar wird. Nehmen wir zuerst diejenigen e, welche zu Grofsbritannien gehören, so zeigt sich auf-

1 Meteorologie. Th. II. S. 59 ff.

fallend ein gröſserer Unterschied der Sommer- und Wintertemperatur, je weiter sie von den Küsten entfernt im Innern des Landes liegen, im Ganzen aber ein weit geringerer, als an Orten, die in groſsen Continenten oder nur an deren Küsten liegen und bei denen daher über groſse Länderstrecken oder von der See herkommende Luftströmungen ihren Einfluſs äuſsern.

Orte	Breite	Winter	Sommer	Untersch.
Insel Unst	60°42′	4°,05	11°,92	7°,87
Kinfauns Castle	56 23	2,59	13,83	11,24
Edinburgh	55 58	3,40	15,10	11,70
Kendal. . .	54 17	2,03	14,32	12,29
Manchester	53 30	2,81	14,81	12,00
Oxford . . .	51 46	3,55	15,56	12,01
London . .	51 31	3,22	16,75	13,53
Gosport . .	50 48	4,84	17,48	12,64
Penzanze .	50 11	7,04	15,83	8,79

Groſsbritannien, vom Meere ganz umschlossen und der angegebenen Linie des geringsten Unterschiedes am nächsten liegend, hat gelinde Winter und kühle Sommer. Wie dieses nothwendig durch die feuchten Seewinde bewirkt werden müsse, ergiebt sich leicht, wenn wir die Temperaturen des Sommers und Winters hiermit vergleichen, welche Hamilton[1] auf dem atlantischen Ocean zwischen 15° und 45° westl. Länge v. G. beobachtete.

Breite	Winter	Sommer	Untersch.	Breite	Winter	Sommer	Untersch.
50°	11°,21	15°,00	3°,79	43°	11°,27	18°,10	6°,83
49	12,88	14,60	1,72	42	12,94	18,10	5,16
48	10,16	15,13	4,97	41	13,22	19,22	6,00
47	11,67	15,56	3,89	40	15,69	21,80	6,11
46	11,67	15,56	3,89	39	11,89	18,89	7,00
45	12,56	15,13	2,57	38	10,56	19,44	8,88
44	13,11	16,94	3,83				

Man vermiſst in dieser Zusammenstellung sogar die Regelmäſsigkeit des Fortganges bei der Abnahme der Polhöhen,

1 Transactions of the Amer. Philos. Soc. New Ser. T. II. p. 152.

leicht zu entschuldigen ist, wenn man berücksichtigt, die Zahl der Beobachtungen auf der See nicht wohl so seyn kann, als auf dem Lande, mithin die erhaltenen el auf den erforderlichen Grad der Genauigkeit keinen An- ch haben können; dennoch aber leuchtet im Allgemeinen geringe Unterschied zwischen der Wärme des Sommers Winters deutlich hervor, zugleich aber der bedeutende ufs, welchen die verschiedenen Meeresströmungen auf die ne der Luft über ihnen haben, und endlich die verhält- äfsig grofse Wärme dieser Gegenden.

Skandinavien unterliegt dem Einflusse der Luftströmungen, ald vom atlantischen Meere, bald vom Nordpole, bald grofsen asiatischen Continente, bald von Africa über Eu- herkommen; jenachdem die einen oder die andern vor- hen und das Uebergewicht haben, wird daher der Un- ied der Sommer- und Wintertemperatur gröfser werden. z giebt, um dieses anschaulich zu machen, folgende Zu- enstellung.

Orte	Breite	Winter	Sommer	Untersch.
Nordcap	71° 10′	—4°,63	6°,38	11°,01
Enontekis	68 30	—17,59	12,80	30,39
Ulea . . .	65 0	—11,15	14,34	25,49
Umea . .	63 50	—10,46	14,19	24,65
Drontheim	63 26	— 4,78	16,33	21,11
Söndmör .	62 30	— 2,72	13,35	16,07
Bergen . .	60 24	2,20	14,76	12,56
Ullensvang	60 20	— 0,07	15,61	15,68
Christiania	59 55	— 3,66	15,78	19,44
Upsala . .	59 52	— 4,14	15,79	19,93
Spydberg	59 38	—10,46	17,16	27,62
Stockholm	59 21	— 3,67	16,30	19,97

L. v. Humboldt hat den Einflufs des benachbarten auf die jährlichen Oscillationen der Temperatur an ei- Orten der Niederlande nachgewiesen, Kämtz aber zur n Vergleichung noch einige Orte aus dem Innern Frank- hinzugenommen, wie die folgende Tabelle zeigt.

Orte	Breite	Winter	Sommer	Untersch.
Franeker	52°36′	2°,56	19°,57	17°,01
Amsterdam . .	52 22	2,67	18,79	16,12
Haag	52 3	3,46	18,63	15,17
Middelburg . .	51 30	1,92	16,92	15,00
Dünkirchen . .	51 2	3,56	17,68	14,12
Brüssel	50 51	2,56	19,01	16,45
Montmorenci . .	49 0	3,21	18,96	15,75
Paris	48 50	3,59	18,01	14,42
Denainvilliers .	48 12	2,85	19,32	16,47
Rochelle	46 9	4,78	19,22	14,44
Clermont Ferrand	45 47	1,50	18,01	16,51
Marseille . . .	43 18	7,35	22,74	15,39

Deutschland unterliegt zwar noch dem Einflusse der atlantischen Meere herkommenden West- und Nordwestwi welche ihm die meisten Regen bringen, zugleich aber is den warmen Süd- und Westwinden und noch mehr den N ostwinden ausgesetzt, welche, von beeisten Flächen ode mehr östlicher Richtung von ausgedehnten Länderstrecken zuströmend, abwechselnd Wärme, Kälte, Feuchtigkeit Trockenheit bringen. Beim weitern Fortschreiten nach entfernt man sich mehr von der Linie des geringsten U schiedes zwischen Winter und Sommer und nähert sich der des gröſsten, weswegen in Berlin, Wien und noch in Ungarn heiſse Sommer mit kalten Wintern wechseln, mehr aber zeigt sich dieses klimatische Verhältniſs im e päischen Ruſsland, so daſs selbst Petersburg durch die des baltischen Meeres hiergegen nicht geschützt wird, Kämtz durch folgende Uebersicht nachweist.

Orte	Breite	Winter	Sommer	Untersch.
Cuxhaven .	53°52′	0°,51	16°,76	16°,25
Hamburg . .	53 33	0,40	18,96	18,56
Frankfurt a. M.	50 7	1,42	18,27	16,85
Würzburg .	49 46	0,71	20,04	19,33
Carlsruhe . .	48 59	1,97	18,74	16,77
Regensburg	49 1	—0,75	20,50	21,25
Stuttgart . .	48 46	1,19	18,73	17,54
Tübingen . .	48 31	—0,02	17,01	17,03
Tegernsee .	48 10	—1,24	16,15	17,39
Zürich . . .	47 23	—0,92	17,86	18,78
Chur	46 50	0,10	17,45	17,35
Genf	46 12	0,75	18,94	18,19
Bern	46 57	—1,46	14,88	16,34
Prag	50 5	—0,44	19,93	20,37
Berlin	52 31	—1,19	17,43	18,62
Wien	48 12	0,18	20,36	20,18
Ofen	47 30	—0,41	21,17	21,58
Petersburg .	59 56	—9,03	16,02	25,05

Je mehr man sich den beiden Strecken nähert, die von genannten des geringsten Unterschiedes östlich und west- etwa 90° entfernt sind, desto gröſser werden diese Unchiede, indem zugleich mit höheren Breiten die Strenge Winter wächst. Ueber die östliche Strecke ist es mir jeh unmöglich, mehr als einige wenige genaue Beweise hieraufzufinden, inzwischen kündigt sich dieser allgemeine Cha-er schon in der Gegend des Ural an, weswegen ich Ka-, Slatoust und Barnaul mit aufnehme, die übrigen Orte liemehr in der genannten Strecke.

Orte	Breite	Winter	Sommer	Untersch.
Barnaul . . .	53° 20′	—14°,11	16°,57	30°,68
Slatoust . . .	55 8	— 16,49	16,08	32,57
Kasan	55 48	— 12,29	18,32	30,61
Bombay . . .	18 58	24,65	27,90	3,25
Chunar . . .	25 9	16,24	31,00	14,76
Peking . . .	39 54	— 0,70	30,00	30,70
Irkuzk . . .	52 17	— 8,66	16,63	25,29
Jakuzk . . .	62 2	— 36,00	17,22	53,22

Aus dem nordamericanischen Continente bis tief in das nördliche Polarmeer steht uns eine Menge von Beobachtungen zu Gebote, so dafs die Richtigkeit der Thatsache des überall daselbst sich zeigenden grofsen Unterschiedes der mittleren Temperaturen des Winters und Sommers nicht dem mindesten Zweifel unterliegt.

Orte	Breite	Winter	Sommer	Untersch.
Chapel - Hill (Nordcarolina)	35°54′	6°,05	25°,20	19°,15
Washington . .	38 53	8,83	19,71	10,88
Marietta.	39 25	— 1,50	22,04	23,54
New Bedford . .	41 37	— 2,79	21,57	24,36
Williamstown . .	42 30	— 5,50	18,67	24,17
Salem	42 33	— 3,08	20,82	23,90
Fayetteville . . .	42 58	— 6,29	18,43	24,72
Penetanguishene (am Huronensee)	44 48	— 5,18	21,07	26,25
Fort Snelling . .	44 53	— 8,99	21,81	30,80
Montreal	45 31	— 7,90	22,17	30,07
Fort Brady . . .	46 39	— 6,98	17,49	24,47
Cumberland House	54 0	—20,33	19,84	40,17
Fort Chapewyan	58 43	—23,90	16,90	40,80
Fort Enterprise	64 30	—30,57	10,96	41,53
Fort Franklin . .	65 12	—27,12	9,66	36,78
Winter Island .	66 25	—31,63	1,67	33,30
Igloolik	69 30	—32,63	1,46	34,09
Boothia Felix . .	70 0	—32,97	3,35	36,32
Melville	74 45	—35,19	2,46	37,65

Aus diesen Tabellen geht die Wahrheit der aufgestellt Regel sichtbar hervor, und aus der Vergleichung der beid letzten ersieht man ferner, dafs in Asien die Unterschie noch gröfser sind als in America, was daraus erklärlich wi dafs dort ein ausgedehnteres Continent im Süden die Somm temperatur bedeutend erhöht, während die Wintertempera den Breitengraden angemessen ist. Ob etwa vom 65sten Br tengrade an die Unterschiede wieder abnehmen, wie aus d americanischen Beobachtungen hervorgeht, ist zwar nicht e schieden, wird jedoch aus den übereinstimmenden Resulta zahlreicher und genauer Beobachtungen höchst wahrsch lich und hat ohne Zweifel darin seinen Grund, dafs das

er eine gröſsere Beständigkeit der Wärme herbeiführt.
eigt sich dieses nicht bloſs beim americanischen, son-
auch beim sibirischen Polarmeere, indem die Jäger, wel-
ich im Sommer auf Neusibirien und Kotelnoy, unter 75°
zwischen den Mündungen der Lena und Kolyma, auf-
ı, bemerkt haben, daſs das Meer dort später gefriert und
wieder aufthaut, als an der Küste des Continents.
OT[1] läſst es unentschieden, ob dieses den Inseln im Po-
ere überhaupt eigen oder eine Folge der Tiefe des Mee-
nd seiner Strömungen sey, Kämtz leitet es vom Ein-
des Wasserdampfes ab, es scheint mir aber hauptsäch-
ine Folge der Meeresströmungen zu seyn, die sowohl im
ichen als auch im nordamericanischen Polarmeere statt
ı und ihren Ausfluſs durch die Baffins- und Hudsonsbai,
ı Spitzbergen ins atlantische und durch die Behringsstraſse
s indische Meer nehmen[2], womit dann auch die Bildun-
ler *Polinjen*[3] in jenen Eismeeren zusammenhängt.

In einem hohen Grade interessant und belehrend sind die
tate, welche v. Baer[4] aus mehrjährigen, zu Novaja
la angestellten Beobachtungen entnommen hat. Dort ist
er Ostküste unter 70° 36′ 47″ N. B. und 57° 47′ östl. L.
die Temperatur merklich niedriger, als an der West-
unter fast 3° höherer N. B. Die Ursache hiervon soll
r gröſseren Ansammlung des Eises liegen, welches sich
en verschiedensten Windrichtungen in den Buchten an-
und in dem Einflusse der Winde, sofern die westlichen
eren bedeutend über der Insel abgekühlt werden, bis sie
'stküste erreichen. Wird dieses auch zugegeben, so folgt
eben hieraus zugleich, daſs die östlichen Winde überall
sind und aus einer kälteren Gegend herkommen als die
chen, und beweist somit für die unverhältniſsmäſsig

V. Wrangel physikalische Beobachtungen. S. 11.
Nach sinnreichen Combinationen von Whewell in Phil. Trans.
?. I. p. 189. geht eine Wellenströmung wärmeren Wassers vom
ichen Ocean aus bei Island und Spitzbergen vorbei über den
ıl durch die Behringsstraſse, die einen Arm rechts durch das
he Meer und vielleicht einen andern links aussendet.
Vergl. *Meer*. Bd. VI. S. 1702.
Bulletin scientifique publié par l'Académie Impériale des Scien-
St. Petersbourg. T. II. N. 15 — 17.

höhere Temperatur der westlich liegenden Strecke. Man über-
sieht die Sache am besten durch die Zusamenstellung der mo
natlichen Mittel.

Monat	Westküste Matotsch-kin-Schar	Süd-ost-spitze	Monat	Westküste Matotsch-kin-Schar	Süd-ost-spitze
Januar	— 15°,40	— 19°,38	Juli	4°,42	2°,39
Februar	— 22,08	— 17,72	August	4,96	3,98
März	— 15,30	— 23,72	Septemb.	— 0,51	— 1,10
April	— 13,19	— 16,04	October	— 5,41	— 6,52
Mai	— 6,81	— 8,05	Novemb.	— 12,92	— 15,88
Juni	— 1,43	0,52	December	— 19,68	— 10,87

Hieraus ergiebt sich also für beide genannte Puncte:

Orte	Breite	Winter	Sommer	Untersch.
Matotschkin - Schar	73° 12′	— 19°,05	3°,60	22,65
Südostspitze . . .	70° 37′	— 15,99	1,99	17,98

Die Unterschiede sind hier geringer als im nordamerica-
schen Polarmeere, was als Folge der Nähe des wärm
Meeres im Westen zu betrachten scheint. Zu berücksich
ist hierbei aber die grofse Kälte des März, die zwar als A
nahme für dieses besondere Jahr gelten könnte, aber zugle
mit der Regel zusammenfällt, die Brandes[1] für die nörd
lichen Länder, namentlich für Petersburg aufgefunden hat,
nach dort die gröfste Kälte in den Anfang des März fällt
nach Baer der Anfang des Winters mit dem Januar beg.
Dann wären für die Südostspitze die mittleren Temper
ren des Winters und Sommers = — 20°,27 und 1°,47,
der Unterschied = 21°,74 C. Wenn aber endlich unter
nig verschiedenen Breiten und nicht sehr weit von ein
entfernt liegende Orte ungleiche Unterschiede der Wi
und Sommertemperaturen zeigen, so kann der Grund hie
in einigen Fällen wohl darin liegen, dafs aus jenen Ge
den genaue und hinlänglich lange fortgesetzte Beobachtu
schwer zu erhalten sind[2], meistens ist derselbe jedoch in

1 Beiträge zur Witterungskunde. S. 13.

2 Die Nachweisung der Quellen, aus denen die Gröfsenbe

m Bedingungen zu suchen, die hierauf einen sehr bedeu-
en Einfluſs ausüben können. So mag vielleicht der ge-
Unterschied zu Fort Brady eine Folge des benachbarten
en Sees seyn, doch können auch geringere Ursachen mit-
r einen merkbaren Einfluſs ausüben, wie sich namentlich
zeigt, daſs der nur zwei Meilen betragenden Entfernung
achtet Mannheim heiſsere Sommer und kältere Winter
als Heidelberg, weil letztere in einem von drei Seiten
hlossenen Thale liegende Stadt gegen die heiſsen und kal-
Winde geschützt ist. Zu Mannheim beträgt der Unter-
d zwischen Winter und Sommer 18°,05, zu Heidelberg
, obendrein aus den letzten 18 Jahren, worin vorzugs-
e mehrere heiſse Sommer und kalte Winter begriffen sind,
84.

103) Kämtz[1] meint, es sey wegen des noch zur Zeit
schenden Mangels an Beobachtungen unmöglich, die Iso-
ienen und Isotheren mit hinlänglicher Genauigkeit zu zeich-
, da zur Bestimmung der mittleren Temperatur irgend ei-
Jahreszeit eine längere Reihe von Messungen erforderlich
als für die mittlere des ganzen Jahres. Dieses ist aller-
gs vollkommen richtig, allein von der andern Seite ist es
ist interessant, das Verhalten der Temperatur des Win-
sowohl als auch des Sommers an den verschiedenen Or-
der Erde in graphischer Darstellung überblicken zu kön-
, so daſs man aus dieser Ursache die zurückbleibende Un-
iſsheit und einige unvermeidliche Unrichtigkeiten ebenso
entschuldigen wird, als dieses bei der Bestimmung die-
Gröſsen durch Zahlen geschehn muſs. Deswegen habe ich
en Anstand genommen, beide Arten Linien der nördli-
Halbkugel auf der den Kupfertafeln beiliegenden Charte
eichnen, indem ich die nicht geringe Anzahl der hierzu
derlichen Bestimmungen, die Al. v. Humboldt und
tz aufgefunden haben, benutzte und um einige neuer-
s bekannt gewordene vermehrte. Da, wo die bekannten
tsachen nicht genügen, muſste die Beugung der Curven

---

gen entnommen sind, habe ich der Kürze wegen weggelassen und
eise deswegen auf die unten folgende Tabelle der mittleren Tem-
turen.

1 Meteorologie Th. II. S. 68.

nach Wahrscheinlichkeitsgründen ergänzt werden. Sollten di
Isotheren und Isochimenen die Gleichheit der Sommer un
Winter ganz genau angeben, so könnten sie gar nicht rege
mäfsig gekrümmt seyn, denn da, wie gezeigt worden ist, selb
nahe gelegene Orte durch specielle Einflüsse merklich abwe
chende Temperaturen dieser Jahreszeiten zeigen, so müfst
die Linien zuweilen im Zickzack fortlaufen, was sich in
kleiner Dimension gar nicht ausdrücken läfst, und man m
daher diese Unregelmäfsigkeiten möglichst auszugleichen such

104) Wie die täglichen und monatlichen Temperatur
nicht stets gleich sind, sondern bedeutende Schwankung
zeigen, welche durch die Vereinigung einer gröfseren Z
ausgeglichen werden, wenn man die mittlere finden w
ebenso ist dieses auch bei den Temperaturen des Winters u
des Sommers der Fall. Länger anhaltende Beobachtungen fü
ren noch aufserdem zu dem interessanten Resultate, dafs ni
blofs an den nämlichen Orten ungleich kalte Winter und m
oder weniger warme Sommer statt finden, sondern dafs sich
der einen Seite kein regelmäfsiges Gesetz dieser Folge a
finden läfst, indem oft zwei und mehr kalte Winter und w
me Sommer auf einander folgen, die mit einem oder me
ren gelinden Wintern und kühlen Sommern wechseln,
auf der andern Seite aber meistens gröfsere Theile der E
oberfläche diesen Unregelmäfsigkeiten unterworfen sind, i
fern in gewissen Länderstrecken die Wärme überwiegend
während weit entfernte eine ebenso ungewöhnliche Kälte
gen, ja dafs dieser Unterschied sich sogar über beide Erd
ten ausdehnt. Um diese Sätze durch einige sprechende
weise zu belegen, mögen folgende Beispiele dienen.

Der Frühling des Jahres 1837, welcher nach einem
gewöhnlich früh beginnenden Winter mit vielfachen
wechselungen und ohne die gewöhnliche Wärme des Fe
und Märzes im südlichen und nördlichen Deutschland
Ostern nochmals bleibenden Schnee in übergrofser M
gab, mit dem Gegensatze des gelinden Winters von 183
1834, als im Januar die Mandeln blühten, ist noch als a
lende Abweichung von der Regel in frischem Andenken. E
so hatte das Jahr 1829 ein sehr kaltes Frühjahr[1], denn

1 Annals of Philos. 1829. Sept.

fand zu Lüttich am 8ten Juni des Morgens Eis auf dem
ser und das Thermometer kam am Tage nicht über 14°,44 C.
ahre 1835 zeigte sich plötzlich am Ende des Juni und
ng des Juli der Eintritt einer ungewöhnlichen Kälte in
kreich, denn zu Bourbon und in der Auvergne waren die
e mit Schnee bedeckt und die Ebenen alle Morgen mit
[1]. Am 21sten Juli 1832 ging die Temperatur im südli-
Deutschland nach einer drückenden Hitze in Folge ei-
heftigen Gewitters so tief herab, dafs nach amtlichen Be-
en[2] in einigen höheren Gegenden des Schwarzwaldes und
Würtembergischen Früchte und Kartoffeln erfroren; jedoch
e sich dieses nur in Thälern und Niederungen, nicht auf
Bergspitzen. Weit mehr, als der Winter von 1833 auf
von der gewöhnlichen Regel durch unerwartete Gelin-
eit abwich, mufs dieses im Jahre 1186 der Fall gewesen
, denn Martin Crusius[3] sagt in der schwäbischen Chro-
„Der Winter war warm, und als im Januar des fol-
den Jahres die Bäume schon blühten, so waren die Ae-
l im Februar schon so grofs als die Haselnüsse oder Vo-
eier. Im Mai war Ernte und im August Weinlese, aber
folgende Jahr war alles Widerspiel.“ Steinhofer in
würtembergischen Chronik sagt von 1289: „Es war ein
warmer Winter, dafs nicht ein einziger Schnee vermerkt
de; um Weihnachten grüneten die Bäume, im Hornung
e man zeitige Erdbeer, im April hatte man blühende
uben gefunden, aber zu Anfang des Maien ist wider al-
Verhoffen erst ein Schnee gefallen und so kalt worden,
die Weinberge, hohe und niedere, sammt dem Obst er-
en. Weil es aber so früh war, haben die Weingärten
der ausgeschlagen und Wein gegeben.“ Ebenderselbe sagt
Jahre 1420: „Es ist ein so warmer Winter gewesen,
den 20sten März die Bäume ausgeschlagen, im April die
uben geblüht, um Pfingsten Ernte, um Bartholomä Herbst
esen.“ Von 1421 bis 1429 waren stets gelinde Winter
reiche Ernten, so dafs Alles im Ueberflufs vorhanden

---

[1] L'Institut 1835. N. 117. p. 256.

[2] Correspondenzblatt des würtemberg. landwirthschaftl. Vereins. Th. II. S. 142.

[3] Frankf. Zeitung 1834. N. 16.

war, woraus in Uebereinstimmung mit andern Erfahrun
hervorgeht, dafs eine gewisse Temperaturdisposition läng
Zeit anhalten kann. Auch aus Schottland wird bemerkt[1],
in Beziehung auf die Bestimmung des Maximums und Mi
mums der Temperatur an den verschiedenen Orten der Be
tung werth ist, dafs der Winter von 1825 auf 1826 sich d
ungewöhnliche Kälte, so wie der Sommer 1826 durch g
Hitze ausgezeichnet habe, welches Letztere auch in Deut
land der Fall war, wo jedoch der Winter von 1826 auf 1
sich ungewöhnlich kalt zeigte. Fünf engl. Meilen von E
burg 400 F. über der Meeresfläche war die gröfste Kälte
16ten Januar Morgens 8 Uhr = — 9°,04. Dr. Orr
hielt zu Dublin das Minimum an diesem Tage um 10
Abends = — 3°,89, der Earl Spencer zu Althorp in North
berland dagegen zu Northamptonshire am 15ten und 16
= — 13°,33 und Grant zu Invernefs-shire am 14ten
Mitternacht = — 21°,11 und am 15ten = — 20°,55. G
ungewöhnlich war die Sommerwärme im Jahre 1826.
24sten Juni wurde unweit Edinburg um 2 Uhr 40 Mi
27°,78 C. und am 25sten sogar 32°,32 und am 26sten
3 Uhr Nachmittags 29°,0 beobachtet, welche Bestimmung
wifs richtig ist, wenn auch bei der des vorhergehenden
ges sich eine Unrichtigkeit eingeschlichen haben sollte.
im Jahre 1823 beobachtete Grant[2] zu Doune in Inver
shire am 5ten und 6ten Febr. eine ungewöhnliche Kälte,
am 6ten Nachmittags bis — 26°,11 herabging, also tiefe
im Jahre 1780, wo der tiefste Thermometerstand — 25
betrug. Die Kälte war übrigens damals nicht im streng
Sinne örtlich, denn auch zu Edinburg sank das Thermo
bis — 11°. Der Winter von 1829 auf 1830, welcher
südwestlichen Europa so streng war, dafs namentlich hie
Heidelberg die mittlere Temperatur aus Beobachtungen
und 9 Uhr — 5°,18 betrug, statt dafs die aus 18 Ja
= 0°,811 ist, als der Bodensee zum ersten Male nach der
innerung der noch lebenden ältesten Menschen gänzlich
froren war[3] und man sich in Spanien gegen die strenge

1 Edinb. Journ. of Science N. X. p. 240.

2 Edinburgh Philos. Journ. N. XVI. p. 397.

3 Im verflossenen Winter von 1837 auf 38 verlautete nichts

t zu schützen wufste, ebendieser Winter war in Nord-rica sehr gelinde, denn namentlich zu Boston war die lere Temperatur des December = 5°,27, des Januar = 0°,83 des Februar = 2°,49, also im Mittel = 2°,86 C., und vom Dec. 1829 bis 1sten April 1830 waren nur 3 Tage ohne nenschein[1]. Völlig im Gegensatze hiermit war der Win-ron 1834 auf 1835 in Deutschland und mindestens dem sten Theile von Europa ein gelinder, in Nordamerica aber sehr strenger, denn es wurden namentlich am 4ten und Januar 1835 an folgenden sowohl im Innern, als auch len Küsten gelegenen Orten die nebenstehenden unge-nlichen Kältegrade nach dem hunderttheiligen Thermometer achtet[2].

lafen-Orte	Breite	Temp.	Orte im Innern	Breite	Temp.
rtsmouth .	43° 0′	—28°,9	Montreal . .	45°30′	—37°,2
em	42 33	— 27,2	Bangar . . .	45 0	— 40,0
ston	42 20	— 26,1	Montpellier .	44 30	— 40,0
w-Haven	41 20	— 30,5	Rutland . . .	43 30	— 34,4
w-York .	40 42	— 20,5	Franconia . .	43 30	— 40,0
iladelphia	39 57	— 20,0	Windsor . .	43 24	— 36,7
ltimore . .	39 15	— 23,3	Concord . . .	43 15	— 37,2
ashington .	38 52	— 26,6	Newport . . .	43 0	— 40,0
arlestown .	32 45	— 17,8	Saratoga . . .	43 0	— 36,1
rtford . . .	41 46	— 31,6	Albany . . .	42 39	— 35,6
:o	43 31	— 33,3	Pittsfield . . .	42 30	— 36,1
shen (New-lersey) . .	-- --	— 35,5			

Einen noch auffallendern Gegensatz bietet der Winter von auf 1822, welcher in ganz Deutschland sehr gelinde war ebenso im hohen Norden, indem sogar Petersburg und t Tobolsk kaum zwei Monate anhaltende Kälte hatten. gen war es in Südamerica unausstehlich kalt, und am n Febr. fiel Schnee in Buenos-Ayres, so dafs die Com-

ieren des Bodensees; dagegen gefror der Laacher See bei Bonn, nach der Erinnerung der ältesten Personen früher nie der Fall

1 Schumacher astron. Nachrichten 1830. N. 187.

2 Ann. de Chim. et Phys. T. LXI. p. 109. Vergl. l'Institut 1835. 18.

munication mit Lima fast gänzlich aufgehoben war[1]. D
Winter 1835 auf 1836 war im südlichen Deutschland s
gelind, im europäischen Rufsland dagegen streng[2], name
lich zeigte das Thermometer zu Petersburg im Januar f
Tage lang — 25° C., einmal sogar — 32° C. und zu Mos
— 43°,75.

105) Die oben aufgestellte Behauptung, dafs die Reih
folge der vorzüglich kalten oder gelinden Winter, so
der ausgezeichnet heifsen oder kühlen Sommer durchaus k
regelmäfsiges Gesetz darbiete, läfst sich leicht beweisen, ja
Erfahrung eines jedes Einzelnen, welcher diesen Wechsel e
längere Reihe von Jahren hindurch nur oberflächlich beac
hat, führt unwidersprechlich zu diesem Resultate. So le
es jedoch gegenwärtig ist, die Grade der Hitze und K
welche auffallend über die gewöhnlichen hinausgehn, und
Dauer solcher ausgezeichneten Perioden aus den Angaben
Beobachter durch die Zeitschriften kennen zu lernen, eb
schwer ist dieses für ältere Zeiten, in denen die Chron
schreiber nur im Allgemeinen und ohne nähere Bestim
von grofser Kälte oder Hitze reden. Zuweilen führen s
doch Thatsachen an, aus denen sich mit grofser Siche
auf den Grad der Intensität beider und mindestens ung
auf die Dauer solcher ungewöhnlichen Erscheinungen schlie
läfst. Dahin rechne ich die Angaben über das Gefrieren
cher Meere, bei denen dieses in der Regel der Fall nich
seyn pflegt[3]. So wird berichtet, dafs im Jahre 1261
1292 das Cattegat zwischen Norwegen und Jütland mit
bedeckt gewesen sey, im Jahre 1323 reiste man auf
Eise von Lübeck nach Preufsen und Dänemark, zu wel
Behufe Herbergen zum Uebernachten angelegt waren. E
dieses war der Fall in den Jahren 1399, 1423 und 1460
man von Dänemark nach Schweden über das Eis ging,
1548 war die Eisdecke nicht vollständig, wohl aber zwisc
Rostock und Dänemark, zwischen Fünen und Seeland.
Jahre 1408 gingen die Wölfe von Norwegen nach Däner
über das Eis, im Jahre 1658 aber führte Carl XII. seine

1 Biblioth. univ. T. XX. p. 108.
2 Biblioth. univ. Nouv. Sér. 1836. T. I. p. 160.
3 Vergl. Brugnatelli Giornale di Fis. 1820. p. 440.

über den kleinen Belt von Holstein nach Dänemark, und
war sogar auch der grofse Belt gefroren. Im Jahre 1709,
ıes wegen des strengen Winters allgemein bekannt ist,
das Eis so weit von der Küste ausgedehnt, dafs man von
höchsten Thürmen herab das Ende nicht sehn konnte, im
1726 ging man von Kopenhagen über das Eis nach Scho-
in dem sehr kalten Winter von 1740 ist aber nicht be-
t, wie weit sich die Eisdecke erstreckt habe, und über-
t scheint in der letzten Hälfte des vorigen und in die-
Jahrhundert ein so hoher Grad der Kälte dort nicht statt
ıden zu haben; jedoch war 1784 und 1785 der kleine
wieder gefroren. Im Winter von 1788 und 1789, des-
ältere jetzt lebende Personen sich noch erinnern, welcher
nicht sowohl durch einzelne ungewöhnlich niedrige Tem-
tur, als vielmehr durch die aufserordentliche Dauer der
gen Kälte auszeichnete, die im nördlichen Deutschland
27sten November anfing und mit einer Unterbrechung von
drei Tagen um Weihnachten bis ans Ende des Märzes
mit grofser Intensität dauerte, scheint die Ostsee nicht
eutend mit Eis bedeckt gewesen zu seyn. Diesem gemäfs mufs
verflossene Winter 1837 auf 38 für jene Gegenden den kältesten,
wir seit Jahrhunderten erlebt haben, beigezählt werden,
ıach öffentlichen Blättern mehrere Wochen lang eine selbst
den Handel und zu Vergnügungsreisen benutzte Verbindung
schen Dänemark und Schweden statt fand und die Ostsee
vielen Stellen bis weit von der Küste mit Eis bedeckt
. Nach Zonaras und Kantemir war namentlich im Jahre
0 das schwarze Meer gefroren, früher, im Jahre 401, war
ganz mit Eis bedeckt, ebenso im Jahre 763, als dieses so-
bei einem Theile der Dardanellen der Fall war, und im
re 1621, als ein Theil des Hellespontes gefror. In den Jahren
und 1234 erlaubte die Eisdecke auf dem adriatischen Meere
Waaren von Venedig über dieselbe nach der dalmatischen
ıte zu transportiren, im Jahre 1594 gefror das Meer bei Ve-
ig, im Winter 1621 auf 1622 umschlofs das Eis die Flotte
Venedig und im Winter 1709, dessen Kälte vorzüglich
südlichen Deutschland und Italien ungewöhnlich streng
vesen seyn mufs, soll das adriatische Meer ganz mit Eis
leckt gewesen seyn. Damals ging, namentlich im Januar,
Thermometer zu Paris mehrmals bis — 19° C. herab und

die Kälte dauerte so lange, daſs es im März noch oft fror und viele Fruchtbäume abstarben[1]. Ebenso kam daselbst[2] im Winter 1740 das Thermometer vom 1. Januar bis zum 9. März nie auf 0°, die gröſste Kälte aber war am 10. Januar und 25. Februar = — 12°,5, aber am 5. März betrug sie noch — 8° C. Im Jahre 1081 soll, als seltene Erscheinung, auch der Po gefroren gewesen seyn[3].

Es scheint, als habe man in früheren Zeiten mehr die ungewöhnlich kalten Winter, als die heiſsen Sommer beachtet, vermuthlich weil jene dem Menschen unangenehmer sind und gröſseren Schaden herbeiführen, als diese. Aus diesem Grunde ist die Zahl der kalten Winter, die ich durch Brugnatelli[4], Cotte[5], Pingré[6], Gay-Lussac[7] und Andere[8] zusammengestellt finde, weit gröſser, als die der heiſsen Sommer. Als durch Winterkälte ausgezeichnete Jahre werden genannt: 400, 462, 545, 763, 800, 822, 829, 860, 874, 891, 991, 1001, 1044, 1067, 1124, 1133, 1179, 1209 auf 10, 1216, 1234, 1236, 1261, 1272, 1281, 1292, 1302, 1305, 1316, 1323, 1334, 1339, 1344, 1354, 1358, 1361, 1364, 1392, 1399 auf 1400, 1408, 1420, 1423, 1432 auf 33 und 1433 auf 34, 1438 auf 39, 1460, 1468, 1470, 1473, 1480, 1493, 1507, 1513, 1522, 1544, 1548, 1551, 1564 auf 65, 1568, 1570 auf 71, 1576, 1579, 1586, 1593 auf 94, 1602 auf 3, 1608, 1615, 1621 auf 22, 1624, 1632, 1638, 1647, 1655 auf 56, 1657 auf 58, 1662 auf 63, 1666, 1670, 1676, 1683 auf 84, 1691, 1695, 1697, 1699, 1702, 1709, 1716, 1726, 1729, 1731, 1740, 1744, 1754 auf 55, 1767, 1771, 1776, 1784 auf 85, 1788 auf 89, 1790, 1799, 1800, 1809, 1812, 1826 auf 27 und 1829 auf 30. Nach dieser groſsen Zahl müssen wir annehmen, daſs kalte Winter in kürzeren Zeiträumen auf einander folgten, oder daſs man es mit

---

1 Hist. de l'Acad. 1710. p. 140 u. 141.

2 Hist. de l'Acad. 1740. p. 547.

3 Muratori. T. V. p. 119.

4 Giornale di Fisica. 1820. p. 440. Pilgram, Pfaff und Andere sind von ihm benutzt worden.

5 Journ. de Physique T. XLVIII. p. 273.

6 Mém. de l'Acad. 1789. p. 514.

7 Ann. de Chim. et Phys. T. XXVII. p. 408.

8 Allgem. Lit. Zeit. 1824. N. 243. Essay chronologique sur les hivers les plus rigoureux par G. P. Par. 1821. Hering Tafereel van harde Winters. Amst. 1784. 8.

Bestimmung ungewöhnlicher Kältegrade so genau nicht , als wir es jetzt zu thun pflegen, so dafs Winter als auschnet kalt genannt wurden, die wir jetzt als mittlere oder hnlich kalte bezeichnen würden. Um hierfür eine minıs annähernde Bestimmung zu erhalten, setze ich die von E[1] im vorigen Jahrhundert als kalt genannten Winter mit u Paris beobachteten gröfsten Kälte her.

Jahre	Gröfste Kälte	Jahre	Gröfste Kälte	Jahre	Gröfste Kälte
1709	—18°,75	1753	—13°,38	1771	—13°,75
1716	— 19,62	1754	— 15,62	1776	— 20,40
1729	— 15,22	1755	— 15,62	1783	— 17,55
1740	— 12,50	1757	— 13,00	1786	— 12,75
1742	— 16,45	1758	— 15,00	1788	— 21,25
1747	— 15,87	1763	— 12,50	1795	— 20,62
1748	— 15,22	1766	— 12,50	1798	— 17,60
1751	— 12,5	1768	— 17,50	1799	— 12,50

Als heifse Sommer werden folgende genannt: 763, 860, 994, 1000, 1022, 1130, 1159, 1171, 1232, 1260, 1276, , 1293, 1294, 1303, 1304, 1393, 1394, 1447, 1473, 1474, , 1503, 1532, 1534, 1540, 1541, 1556, 1556, 1568, 1615, , 1646, 1652, 1660, 1700, 1718, 1723, 1724, 1745, 1748, , 1760, 1763, 1771, 1774, 1778, 1780, 1781, 1783, 1787, , 1792, 1793, 1794, 1797, 1798, 1800, 1807, 1811, 1819, , 1834.

In Beziehung auf den Mafsstab, wonach die Gröfse der : zu bestimmen ist, die einen heifsen Sommer bezeichnet, der ältere DE LUC[2] aus der letzten Hälfte des vorigen ıunderts die zu Genf in sogenannten heifsen Sommern achteten höchsten Temperaturen und die Tage, an denen tatt fanden, in Graden der hunderttheiligen Scale.

Eine ähnliche Tabelle, mit wenig hiervon abweichenden Beıungen, giebt ARAGO in Ann. de Chim. et Phys. T. XXVII. p. 415. findet daselbst auch die Angabe der ununterbrochenen Dauer des es. Diese betrug im Jahre 1776 nur 25 Tage, im Jahre 1783 69 Tage, im Jahre 1795 wieder 42 Tage und 1798 endlich 32 ; der Winter 1788 scheint also nicht beachtet worden, oder in Paris so anhaltend gewesen zu seyn, als im nördlichen Deutschland.

2 Verhandlungen der Schweizer Gesellschaft. Jahrg. XIII. 1828.

Jahre	Tage	Temp.	Jahre	Tage	Temp.
1771	27. Juli	33°,75	1793	17. Juli	36°,87
1780	31. Juli	35,25	1794	23. Juli	35,00
1781	31. Mai	28,75	1797	20. Juli	32,50
1787	12. Aug.	33,75	1798	4. Aug.	33,25
1791	1. Aug.	33,75	1800	19. Aug.	35,00
1792	19. Juli	32,50			

Für Paris theilt ARAGO[1] die in den heifsen Jahren beobachteten Maxima mit:

Jahre	Tage	Temp.	Jahre	Tage	Temp.
1705	6. Aug.	33°,8	1793	16. Juli	37°,3
1706	8. Aug.	35,3	1800	18. Aug.	35,5
1753	7. Juli	35,6	1802	8. Aug.	36,4
1754	14. Juli	35,0	1803	— —	36,7
1775	— —	34,7	1808	15. Juli	36,2
1793	8. Juli	38,4	1818	24. Juli	34,5

δ) Absolute Maxima und Minima.

Es sind bereits die täglichen und monatlichen Schwankungen der Temperatur erwähnt worden, die jährlichen Maxima und Minima haben aber noch höheres Interesse, insofern sie zeigen, welchem Wechsel von Wärme und Kälte manche Gegenden ausgesetzt sind. Aus dieser Ursache scheint es mir der Mühe werth, in der unten folgenden Tabelle der mittleren Temperaturen auch die Maxima und Minima bei denjenigen Orten, wo sie bekannt sind, hinzuzusetzen; hier mögen jedoch erst einige allgemeine Bemerkungen und Angaben zunächst von solchen Orten vorausgehen, deren mittlere Temperaturen wir noch nicht kennen oder bei denen die jährlichen Variationen ausnehmend grofs sind.

106) Man nimmt fast allgemein an, dafs die jährlichen Schwankungen der Temperatur in der äquatorischen Zone sehr klein sind, unter höheren Breiten in der Nähe des Polarkreises ihr Maximum erreichen und jenseit dieser Linie wieder abnehmen. Dieses ist allerdings richtig, so lange man sich auf das Verhalten der Wärme über dem Meere, auf Inseln und an Küsten bezieht, sobald man aber das Innere grofser Continente

1 Ann. Chim. et Phys. T. XXVII. p. 416. Vergl. COTTE über die heifsen Sommer in Mém. de l'Inst. T. IV. p. 338.

cksichtigt, dürfte eher die Behauptung gelten, dafs die ima und Minima überall ziemlich nahe einen gleichen Ab- l von einander haben. Es ist erforderlich, dieses durch ;e sprechende Beispiele zu beweisen, leider aber fehlt es an Beobachtungen aus dem Innern von Africa und Asien, lange genug fortgesetzt wären, um hierüber entscheiden :önnen, viele Theile von America und auch die südlich- Spitzen von Asien unter niederen Breiten sind aber zu insularisch und Küstenländer, als dafs von ihnen eine cheidung zu erwarten wäre. Ueberhaupt sind in jenen, cultivirten Völkern nur wenig zugänglichen Ländern die einzelnen Reisenden während kurzer Dauer gemachten rmometerbeobachtungen nicht geeignet, die Extreme genau ıen zu lernen, die sich in ihrer wahren Gröfse selbst aus ihrigen Beobachtungen nicht ergeben, wie schon daraus igend hervorgeht, dafs sich manche Sommer ebenso sehr :h ungewöhnliche Hitze, als manche Winter durch seltene te auszeichnen. In manchen Gegenden unter höheren Brei- werden die Unterschiede der höchsten und tiefsten Ther- metergrade dadurch allerdings sehr grofs, dafs die Winter- :e einen unglaublich hohen Grad erreicht und der Sommer noch mehrere sehr warme Tage liefert, unter niederen iten aber steigt die Hitze zuweilen bis zum Unerträglichen, dennoch folgt dann mitunter, hauptsächlich in Folge ge- ser Winde, eine Kälte, wie man sie in jenen Gegenden ıt erwarten sollte, allgemein aber, und auf jeden Fall unter leren Breiten, ist der Unterschied der Minima in verschie- en Jahren gröfser, als der Maxima, wie unter andern die bachtungen zu Genf von 1826 bis 1835 zeigen[1], wo die sten Temperaturen zwischen — 7°,75 und — 21°,75, die hsten aber zwischen 36°,25 und 29°,62 schwankten.

107) Ueber dem Meere, mit Ausnahme der gefrierenden armeere, sind die Schwankungen der jährlichen Temperatur r gering, in der äquatorischen Zone fast ganz verschwin- d und erst unter wachsenden Breiten etwas gröfser. JOHN vY[2] beobachtete die Temperatur der Luft auf seiner Fahrt ı Ceylon bis zum Vorgebirge der guten Hoffnung im Februar

1 Biblioth. univ. 1837. Avril. p. 370.
2 Edinburgh Journal of Science N. I. p. 63.

und März, also in den heifseren Monaten der südlichen Hal kugel, von 12° 52′ S. B. und 79° 57′ östl. L. bis 35° 4 S. B. und 20° 20′ östl. L. und erhielt als Maximum 26°,1 und als Minimum 20°,0 C. Auf der weiteren Fahrt desselbe vom Cap bis Helena unter 31° 38′ S. B. und 14° östl. L. b 15° 55′ S. B. und 5° 36′ westl. L. vom 20. April bis 5. M war das erhaltene Maximum 23°,33, das Minimum aber 19°,5 ARAGO[2] hat die höchsten Temperaturen aufgesucht und zu sammengestellt, welche von den Seefahrern im atlantisch und grofsen Ocean, auf dem indischen, chinesischen, de Molucken- und Sunda-Meere und auf der Südsee zwisch 17° 46′ S. B. und 20 10′ N. B. gemessen wurden, und die betragen im atlantischen Ocean (wo v. HUMBOLDT unt 7° N. B. nur 26°,9, CALDCLEUGH[3] aber unter der Linie 27°,22 und im Wasser noch etwas weniger erhielt) im Max mum 29°,1, auf der Südsee 28°,9, auf dem indischen Me 29°,6, auf dem chinesischen Meere 29°,1, auf dem grofs Ocean 30°,5, auf dem Meere von Sunda 29°,1, auf de Meere von Sumatra 28°,9, auf dem Meere von Ceylon 28 so dafs die Temperatur der Luft über dem Meere sicher 31° nie übersteigt.

108) Da der Wechsel der Temperaturen hauptsächlich du die Sonnenstrahlen und die Luftströmungen bedingt wird, können die Unterschiede der Wärme und Kälte auf Inseln u in Küstenländern der äquatorischen Zone nicht bedeutend g seyn[4], weil die Ungleichheit der Sonnenhöhe zwar unter d Linie nur halb so grofs ist, unter dem Wendekreise jed ebenso viel beträgt, als unter höheren Breiten, dagegen a der Unterschied der Tageslänge weit geringer ist und von der See herkommenden Luftströmungen eine stets gleichbleibende Temperatur zur nothwendigen Folge ha Die Gröfse der jährlichen Schwankungen läfst sich aus d Maximis und Minimis ersehn, die in der bereits erwäh Tabelle den mittleren Temperaturen derjenigen Orte beige

1 Edinburgh Journ. of Science, N. III. p. 79.

2 Ann. de Chim. et Phys. T. XXVII. p. 431.

3 Dessen Reisen im Südmeer. Weim. 1816. S. 5.

4 Vergl. SIMONOFF in Corresp. Astron. T. XIV. N. 3. Bibl. T. XXXI. p. 296, wo dieses durch thermometrische Messungen Ste. Croix, Otaheiti, Rados u. s. w. nachgewiesen wird.

, deren Wärmeverhältnisse wir hinlänglich genau kennen, ischen bieten manche Gegenden besonders hervorzuhebende ıthümlichkeiten dar. Ganz der Regel gemäſs fand JAMES R[1], daſs auf den Sechellen, kleinen Inseln unter 4° 30′ , 56° östl. L. v. G., die Hitze selten über 30° C. stieg, ebenso groſs war sie im Hafen von Isle de France unter 10′ S. B., 57° 28′ östl. L. v. G., auf der Insel selbst e aber das Thermometer in der Regel 2 bis 3 Grade mehr. den Inseln der Südsee herrscht nach den Berichten der ıhrer eine stets gemäſsigte, der des umgebenden Meeres gleiche Temperatur, namentlich schwankte sie auf Raiatea, der Gesellschaftsinseln unter 16° 40′ S. B. und 151° 30′ l. L., nach ganzjährigen Beobachtungen von TRELKELD[2] chen 27°,17 und 24°,64. Gröſser muſs der Unterschied Trinidad unter 11° 30′ N. B. wahrscheinlich wegen des lusses der vom nahen Continente kommenden Luftströmunseyn, denn DAUXION LAVAYSSÉ[3] erwähnt zwar, daſs dait nur zweimal in neun Jahren die Hitze bis 33°,89 stieg, ı giebt er an, daſs die Temperatur in der Regel bei Sonaufgang 26°,0 beträgt, nach Mittag bis 30° steigt und nds bis fast 28° wieder herabsinkt, bemerkt aber an einer rn Stelle, daſs im Frühjahr die Wärme am Tage nur 25°,0 bei Nacht nur 15° C. beträgt. HEINEKEN[4] erhielt im en Jahre zu Funchal auf Madeira unter 32° 36′ als Maxiı 27°,78 und als Minimum 10°,56 C., wonach also dort Unterschied von 17°,22 statt findet; nie steigt die Wärme lbst über 29°,44. Neu-Holland bietet bekanntlich in jeder sicht die merkwürdigsten, auch keineswegs nur annähernd sten, Räthsel dar, und so auch in seinen Temperaturverıissen, sofern wir diese kennen, da uns das Innere noch : unbekannt ist und daher bloſs von dem Verhalten an Küsten die Rede sein kann. Zu Port Macquarie auf Vanmens-Land unter etwa 42° S. B. beobachtete THOM. BRIS-

---

1 Beschreibung einer Reise in den Indischen Meeren. Weimar . S. 134 u. 109.

2 Edinburgh Journ. of Science. N. XX. p. 281.

3 Reisen nach den Inseln Trinidad, Tabago und Margarethe u.s.w. m. 1816. S. 60 u. 73.

4 Edinburgh Journ. of Science. N. XX. p. 281. Vergl. Philos. ,az. and Annals of Phil. T. II. p. 363.

BANE[1] vom 1. bis 22. Juni ein Thermometer auf dem Schiffe, 13 Fuſs über dem Meeresspiegel, und ein zweites auf einem nahen Hügel von 65 Fuſs Höhe. Während dieser 22 Tage des dortigen Sommers war das Maximum 28°,33 und das Minimum 11°,11 C., das höhere Thermometer wich aber von dem tieferen im Mittel nur um — 3°,33 ab und die Extreme dieser Abweichung waren bei Sonnenaufgang — 5°,0 und bei Sonnenuntergang —1°,93. Der Unterschied des Maximums und Minimums, welcher 17°,22 beträgt, ist für die kurze Beobachtungszeit an der Küste eines so weit verbreiteten Meeres allerdings ausnehmend groſs, und wird dieses, weil das Maximum die mittlere Wärme der Luft über dem Meere unter jenen Breiten zur Winterszeit bedeutend übersteigt, wie aus JOHN DAVY's oben mitgetheilten Messungen der Temperatur unter noch niedrigern Breiten deutlich hervorgeht. Inzwischen läſst sich schon aus den Angaben von FLINDERS[2] abnehmen, daſs die Hitze auf Neuholland oft eine bedeutende Höhe erreicht. Er beobachtete unter 32° 16′,5 S. B. am 31. Januar am Bord 25°,56, am Lande im Schatten 36°,67; am 6. Februar auf der Küste im Sande 51°,67, im Schatten 36°,67 und am Bord des Schiffes 28°,33; dagegen unter 34° 44′ S. B. am 27. Febr. an der Küste um Mittag im Schatten nur 24°,44, am Bord aber zwischen 19° und 26°, unter 33° 52′ S. B. im Juli an der Küste und am Bord übereinstimmend zwischen 11° und 21°, unter 22° 7′ S. B. in der Mitte Septembers bei warmen Nordwinden am Bord nicht über 19°,5, unter den Zelten am Lande über 32°, unter 17° 42′ S. B. im November am Bord zwischen 27° und 32°, am Lande aber bis 38°; unter 16° 30′ im December am Bord im Mittel 29° und unter 12° 48′ im Januar am Bord 28° bis 30°,56 und an der Küste bis 36°. Auf Neuholland findet noch auſserdem das merkwürdige Verhalten statt, daſs die Nord- und Nordwestwinde, die vom Lande her über die hohen, zum Theil noch unbekannten Berge kommen, also der Vermuthung nach kalt seyn müſsten, eine erstickende Hitze bringen. COLLINS[3] erzählt, daſs am 10. und 11. Febr. 1791 das Thermometer zu Sidney-Town unter 33° 30′ S. B. durch den Einfluſs dieser heiſsen Winde im Schatten

1 Edinburgh Journ. of Science. N. XII. p. 249.
2 Reise nach dem Austral-Lande. Weim. 1816. S. 181 ff.
3 Account of New South-Wales. p. 153 u. 257.

10°,55 C. stieg, und dazu war diese Hitze so anhaltend, ıuf Rose-Hill Tausende der grofsen Fledermäuse umkamen die Erde mit Vögeln verschiedener Art bedeckt war, die Theil aus der Luft erstickt herabfielen. Ein Sträfling itete seinen Herrn auf dem Gange nach der Küche und e dabei von einem Sonnenstiche getroffen, der ihn augenlich der Sprache und in weniger als 24 Stunden des Leberaubte. Auch im December 1792 war die Hitze un- ;lich und dabei so grofse Dürre, dafs die Blätter vieler ıenkräuter in Staub zerfielen; doch erreichte das Thermor nur 37°,75 C., allein die heifsen Luftströmungen erstrecksich bis zur Insel Maria, welche 250 engl. Meilen von Jackson entfernt liegt. Wenn man nun berücksichtigt, die von FLINDERS unter 33° 52′ S. B. gemessene Temur von 11° schwerlich das Minimum aus mehreren Jahren nd ebenso die von COLLINS angegebene von 37°,75 wohl : als absolutes Maximum gelten kann, so übertrifft der rschied der dortigen Wärme auf jeden Fall 27° C. Ein ı gröfseres Resultat geht jedoch aus dem hervor, was JOHN DIARD NICHOLAS[1] erzählt, dafs nämlich im Januar 1814 einem heifsen N.W. Winde die Hitze zu Sidney nicht wer als 45°,56 erreichte, so dafs die Vögel in den Käfigen n starben. Dessenungeachtet sinkt das Thermometer im ter bis 5°,56 C. und es wird zolldickes Eis auf stehenden sern gebildet. Von der unglaublichen Hitze auf Neund giebt auch STURT[2] Nachricht, welcher am 12 Dec. er Nähe des Sees Budda neben dem Flusse Macquarie 39 C. im Schatten beobachtete, und WINTERBOTTOM[3] : von einem Freunde, dafs einst das Thermometer zu üdwallis acht Tage anhaltend auf 44°,44 C. gestanden , so dafs mehrere Papageien todt herabfielen. Uebrigens n andere zu Hobart Town nur 35°,56 und meistens nie 34°,4 beobachtet, zu Macquarie Harbour war 1823 die ste Hitze nur 34°,44, OXLEY erhielt während seines Aufalts nie mehr als 27°,22 und PERON[4] versichert, dafs dings in gröfserer Entfernung vom Wendekreise, auf der

1 Reise nach Neuseeland. Weimar 1819. S. 390 u. 396.
2 Berghaus Annalen. 10. Jahrg. N. 108. S. 563.
3 Ebendaselbst N. 19. S. 188.
4 Dessen Reise von Freycinet. Weim. 1819. Th. II. S. 14 u. 122.

King-Insel unter 39° 50′ S. B. und 143° 50′ östl. L. d
Thermometer im dortigen warmen Monate December selt
über 18°,75 gestiegen sey, ja selbst bei der Decres-Insel
der südwestlichen Küste Neuhollands unter 35° 30′ betrug d
Wärme im Januar meistens nur 23°,4, stieg aber ausnahmswe
auf der Insel selbst bis 34°,4. Die zuweilen an der Süd
küste Neuhollands herrschende ganz unnatürliche Hitze m
daher eine Folge der Nordwestwinde seyn, die über die a
gedehnte Landfläche herbeiströmen, und gehört zu den bis j
noch nicht erklärten Phänomenen, wenn anders die mit
theilten Angaben volles Vertrauen verdienen.

Um die Abweichung dieses Unterschiedes von dem g
wöhnlichen Gange der Temperatur auf Inseln und an Küs
hervorzuheben, können wir hiermit das von Kriel[1] zu B
tavia unter 6° 12′ S. B. während eines Jahres erhaltene M
ximum und Minimum vergleichen; jenes fiel in den Aug
und betrug 30°,56, dieses dagegen in den November u
betrug 23°,89, so dafs die Schwankung nicht 7° C. errei
Auch zu Timor, unterhalb Neuholland, im Mittel unter
S. B. und 147° 30′ östl. L., wird ein vollkommen insularisc
Klima gefunden. Man unterscheidet allerdings die Jahreszei
allein sie gehen unmerklich in einander über und im Ga
giebt es nur Winter und Sommer, Regenzeit und Trock
Die Vegetation hört nie auf, Blätter, Blumen und Früc
erneuern sich im allgemeinen Wechsel. Im Sommer ist
Temperatur selten höher als 21° bis 23° C., die Abende s
aber stets kühl und schwüle Nächte giebt es dort ni
Während dieser Zeit, von Mitte December bis Mitte A
darf man auf ungefähr 20 Regentage rechnen, in den
folgenden Monaten herrscht etwa jedes dritte Jahr anhalte
Trockenheit, doch ist das Wetter angenehm, die Tempe
selten unter 15°,65, Juni und Juli zeichnen sich durch v
mehrten Regen aus, die Temperatur sinkt selten unter 10
12°,7, Schnee fällt nur ausnahmsweise und schmilzt am
tag wieder[2].

Ueber Rio de Janeiro unter 23° S. B. sind eine Me
Angaben vorhanden, die aber nicht völlig mit einander üb

---

1 Edinburgh Journ. of Science. N. X. p. 269.
2 Adolph Schayer in Berghaus Ann. 1836. N. 135 u. 136. S.

mmen, weil die meisten Reisenden mehr im Innern des
nents nur kurze Zeit beobachteten, im Ganzen geht aber
r, dafs an der Küste die Wärme nur geringe Schwan-
n zeigt, etwas tiefer im Lande desto gröfsere, die sich
ı nicht völlig scharf bemessen lassen, weil die Angabe
löhen der Orte über dem Meeresspiegel mangelt. Nach
CLEUGH[1] ist unter den dortigen Sommermonaten der
ar der heifseste, und während die mittlere Sommertem-
ır zwischen 24° und 29° wechselt, schwankt die des
sten Monats zwischen 30° und 31°,2, stieg aber einmal
!°,78, die Temperatur der Wintermonate dagegen schwankt
hen 12°,78 und 15°,56. LUCCOCK[2], welcher sich längere
n jener Gegend aufhielt, giebt an, die Wärme erreiche
o Janeiro nicht selten 35°,56, doch sey es in der Um-
d kälter. Ueber diese Kälte in Brasilien, etwas fern von
leeresküste, berichtet ESCHWEGE[3], dafs nach FREIREIS die
te Temperatur 31°,11 betrage, ja selbst bis 32° und 34°
, in der Sonne sogar bis 45°,77, die niedrigste aber zu
laneiro zu 20°,56 anzunehmen sey; inzwischen war im
ıt Juli 1814 hinter Mariana eine solche beispiellose Kälte,
in mehreren Nächten fingerdickes Eis auf stehenden Was-
erzeugt wurde, viele Pflanzen zu Grunde gingen und eine
e Fische starben. Bestimmter ist die Angabe von D'OLI-
[4], wonach während 9 Monaten vom Januar bis September
das Maximum mit 32°,22 auf den 1. Februar und das
ıum mit 18°,89 auf den 1. September fiel. Am genauesten
: Aufgabe durch FREYCINET[5] behandelt worden, wonach
emperatur wegen des nahen Meeres und der entfernteren
Berge im Ganzen mild ist, doch wird auf den Bergen
30 Meter (2555 Fufs) Höhe nicht selten eine Linie dickes
ebildet. Auf dem Schiffe Urania zeigte das Thermometer
6. Dec. 1817 bis 29. Jan. 1818 das Maximum = 26°,7
las Minimum = 22°,0 C. Nach den Beobachtungen von
› SANCHEZ DORTA und von Anderen in den Jahren 1813
814 fällt das Maximum in die Monate Januar und Februar,

Reisen im Südmeer. Weim. 1816. S. 15 u. 118.
Bemerkungen über Rio de Janeiro. Weim. 1821. S. 77.
Journal von Brasilien. Weim. 1818. Hft. I. S. 143. 177. 179.
Biblioth. univ. 1836. p. 373.
Voyage T. I. p. 96.

deren mittlere Temperatur 26°,64 beträgt, und übersteigt
34° C.; das Minimum fällt in den Juli und beträgt 19°,
Wenn CALDCLEUGH[1] berichtet, dafs die Wärme in Chile ni
leicht über 24° steigt und im Winter nicht leicht auf
Gefrierpunct des Wassers herabgeht, in Niederperu aber z
schen 29° und 16°,11 wechselt, so ist diese Angabe zu
bestimmt wegen der langen Ausdehnung hauptsächlich
erstgenannten Küstenlandes, bestimmter dagegen läfst sich
STEVENSON's[2] Angaben die Temperatur zu Lima unter 12° S
erkennen, wonach das Thermometer in den Jahren 1805
1810 am höchsten im Monat Februar auf 26°,37 und am
sten im Juli und August auf 16°,11 stand, inzwischen ze
dasselbe am 6. März 1811 in einem allseitig offenen Zim
26°,67, in der Luft aber, 5 Ellen von den Sonnenstrah
30°,0 C., so dafs also das eigentliche Maximum in den
Jahren nicht gefunden wurde, und ebendieses mag auch
dem Minimum der Fall gewesen seyn.

Auf dem Vorgebirge der guten Hoffnung ist nach H
SCHEL[3] die gröfste Hitze 38°,6, steigt aber gewöhnlich
bis 29°,44, in der Regenzeit höchstens bis 26°,67, be
meistens nur 21°,11 und fällt selten unter 18°,33; in der
aber wechselt das Minimum zwischen 5° und 10°. Bestim
geben vieljährige Beobachtungen von COLEBROOK[4] das M
mum daselbst zu 36°,56 und das Minimum zu 7°,22 C.
wonach also doch eine für diesen Küstendistrict bedeut
Schwankung hervorgeht. Nach FREYCINET[5] liegen die m
lichen Mittel aus Beobachtungen in den Jahren 1810,
und 1812 zwischen 24°,39 im Januar und 14°,29 im
und geben im Mittel für das ganze Jahr 18°,92. Im In
des Landes mufs der Unterschied noch gröfser seyn, denn
Reisenden reden oft von erlebter drückender Hitze und
wieder von heftiger Kälte mit Schnee, allein eine scharfe
stimmung der Extreme ist unmöglich, weil der Aufenthalt
den einzelnen Orten von obendrein unbekannter Höhe h
nie lange genug dauerte.

1 Reisen im Südmeer. Weim. 1816. S. 301 u. 404.
2 Reisen in Arauco, Chile, Peru u. Columbia. Weim. 1826.
3 Frankfurter O.P.A. Zeit. 1834. N. 356.
4 Edinburgh Philos. Journ. N. XVI. p. 397.
5 Voyage T. I. p. 352.

Jeberblickt man indefs die zahlreichen einzelnen Angaben
eisenden über die Temperatur der Südspitze Africas, so
iuf jeden Fall aus ihnen hervor, dafs dieser Welttheil
›wohl an jenem äufseren Ende als in der Mitte un-
iche Wechsel der Temperatur darbietet. Die Verglei-
wird am leichtesten, wenn man die Breite und die Tem-
: der Capstadt am äufsersten Ende als Hauptpunct annimmt.
ınter 33° 55′ S. B. soll nach Burchell[1] die Wärme
ens 38°,8 C. erreichen, übrigens sich zwischen 27° und
alten und nicht leicht unter 10° herabgehn, obgleich
:n nahen Bergen Schnee fällt[2]. Derselbe erhielt aber
. Septbr. unter 29° S. B. 33°,89 und am 8. Nov. sogar
im Januar aber war meistens daselbst um 7 Uhr Morgens
und Nachmittags 35°,5 mit Windstille an den heifsesten
. Knox[3] beobachtete zu Graaf Reynet unter 32° 11′ S. B.
:6° östl. L. v. G. in 1050 Fufs Höhe über dem Meere
nd der Jahre 1818 und 1819 im Januar als Maximum
} und im Juli als Minimum 1°,11. Näher zum Aequator
nter 27°,10′ S. B. und etwa 24° östl. L. v. G. erlebte
ELL im dortigen Winter am 3. Juli, dafs das Thermo-
Mittags im Schatten 26° C. erreichte und dennoch Nachts
',75 herabging. Uebrigens war dort in der Ebene in
Monate bei heiterem Sonnenschein die Wärme Mittags
ns 21° C. Zu Littakun[4], gleichfalls unter 27° 7′ S. B.
4° 30′ östl. L., war im Juli das Maximum 26°,11, das
um — 1°,95, im August waren diese Gröfsen 28°,33
°,67, im September 31°,38 und 4°,44, mithin findet
ort eine bedeutende tägliche, monatliche und gleichfalls
ie Schwankung statt. Viele Messungen der Temperaturen
lichen Africa hat Campbell[5] mitgetheilt, die ich wegen
: noch immer sehr unvollständigen Kenntnifs dieses
eils hier zusammenstelle.

Dessen Reisen. Weim. 1822. Th. I. S. 56. 255. 364.
Campbell bemerkt, dafs unweit der Capstadt das Thermometer
'ebr. 37°,78 zeigte und in seinem Wager am Tage nie unter
ıerabging. S. dessen Reisen in Africa. Weim. 1823. S. 4.
Edinb. Phil. Journ. N. X. p. 280.
Burchell's Reisen in Africa. Weim. 1825. Th. II. S. 326. 456
).
Reisen in Africa. Weim. 1823.

Breite S.		Zeit	Temp.	Bemerkungen.
27° bis	26°	12. Apr.	25°,56	Mittag.
—	—	13. —	24,44	— Morgens 9°,44.
—	—	15. —	26,67	—
—	—	17. —	26.67	—
—	—	18. —	23,89	—
—	—	19. —	30,00	—
—	—	21. —	14,44	—
26 bis	25	25. —	24,24	—
—	—	28. —	15 56	— während der Regenzeit
—	—	1. Mai	23,33	—
24		14. —	13,33	— beim Regen.
—		17. —	15,56	—
25°	30′	21. —	22,22	—
—	—	25. —	14,44	—
—	—	26. —	6,67	Morgens; 15°,56 Abends.
26	20′	27. —	5,56	— 21°,11 Mitt.; 5°,56 A.
27	—	20. Juni	3,33	— 23°,33 —
—	—	21. —	3,89	— 18°,3 —
—	—	22. —	1,67	— 12°,78 —
27°	12′	25. —	— —	— 0,5 Zoll dickes Eis auf Wasser.
—	—	30. —	—1,11	— mit zolldickem Eise; 21°,11 Mittags.
—	—	3. Juli	21,11	Mittags.
—	—	4. —	18,89	—; am Morgen 4°,44.
27	0′	8. —	4,00	den ganzen Tag bei Regen.
—	—	9. —	—1,11	Morg.; 3°,89 Mitt.; 11°,11 A.
—	—	13. —	15,56	Mittags.
28	5′	25. Aug.	22,22	—
—	—	27. —	28,89	—
32	10′	27. Sept.	31,11	—

Auf der Insel Mauritius[1] unter 20° 51′ S. B. war im Jahre 1834 das Maximum am 8. Jan. = 32°,7 und das Minimum am 15. Juni = 15° C. mit einem Unterschiede von 17°, den man auf einer so kleinen Insel und unter so geringer Breite blofs aus dem Einflusse der verschiedenen Luftströmungen erklären kann. Freycinet[2] giebt jedoch an, dafs nach jährigen Beobachtungen von Lislet Geofroy zu Port Louis die monatlichen Mittel zwischen 28°,48 im Januar und 2… im August schwanken, die mittlere jährliche von 24… bis auf 0°,1 alle Jahre gleich bleibt.

1 Biblioth. univ. Nouv. Sér. T. I. p. 160.
2 A. a. O. p. 367.

09) Es ist schwer, für die südliche Halbkugel eine hin-
:he Menge Beobachtungen aufzufinden, aus denen her-
ıt, dafs unter niederen Breiten nur auf Inseln und an
üsten die Unterschiede der Temperatur-Extreme so ge-
ind, als man gewöhnlich annimmt, indem da vielmehr,
ellen Gegensatze mit dieser Voraussetzung, sogar inner-
ler Wendekreise tiefer im Lande zwar kein eigentlicher
sel der Jahreszeiten, wohl aber gröfsere Unterschiede der
ıe und Kälte statt finden, als an den europäischen Küsten
bis zum Polarkreise; für die nördliche Hemisphäre da-
hat diese Aufgabe keine Schwierigkeit, und es läfst sich
auch leicht darthun, dafs der auffallend gröfste Unter-
der Sommerwärme und Winterkälte im nördlichen Theile
sien und von America gefunden wird. Die Zusammen-
ıg der wichtigsten hierher gehörigen Thatsachen wird
dienen, die Temperaturverhältnisse der verschiedenen
unserer Erde in ein näheres Licht zu setzen.

10) Auf einem Stationsschiffe in der Bai von Benin unter
B. beobachtete MARWOOD KELLI[1] von 1819 bis 1821
. April 1820 als Maximum 31°,25 C. und als Minimum
3. Aug. dieses Jahres 21°,97, was wohl als Beispiel einer
nahe gleichbleibenden Temperatur gelten kann. Hiermit
nstimmend giebt MONRAD[2] die mittlere Temperatur auf
oldküste unter 5° N. B. zu 28°,33 C. an, setzt aber hinzu,
Värme steige weiter landeinwärts zuweilen bis 35° und
Nach 2jährigen Beobachtungen von SCARMAN[3] war zu
apatam unter 12° 25′ die Temperatur am kältesten Tage
anuar) bei Sonnenaufgang, 12°,73 stieg jedoch am Nach-
e bis 27°,17, am heifsesten (25. April) dagegen war sie bei
naufgang 19°,44 und stieg am Nachmittage auf 39°,44,
es also einen Unterschied von 26°,71 C. giebt. Ganz
ist das Verhältnifs zu Hawaii unter 19° 30′ N. B. und
15′ W. L., wo die Missionäre[4] das Maximum im August
°,11 und das Minimum im Januar = 15° erhielten, also
chtet der insularischen Lage doch immer noch ein Un-
ed von 16°,11. Orte, welche etwas weiter von der

Annals of Philos. 1823. Mai. p. 360.
Gemälde der Küste von Guinea. Weim. 1824. 8.
Edinburgh Journ. of Science. N. X. p. 249.
Ebendaselbst. N. X. p. 370.

Küste entfernt liegen und in der Nähe keine hohen Berg haben, aus deren Thälern kalte Luftmassen herabfliefsen, unte liegen durch den Einflufs der Sonnenstrahlen unglaublich Graden von Hitze, allein nicht alle zeigen gleiche Grade v Kälte und der Unterschied der Extreme ist daher verschied So zeigte nach v. HUMBOLDT[1] der Sand in den Llanos v Venezuela Nachmittags 2 Uhr meistens 52°,5, zuweilen so 60° C.; die Temperatur der Luft im Schatten eines Bomb betrug 36°,2, in der Sonne aber, 18 Fufs über dem Bod zeigte das Thermometer 42°,8; in der Nacht hatte der S nur noch 28°, also über 24° verloren. Ueber dem Ra neben den Wasserfällen des Orenoco steigt die Tempera nicht über 30°, während die Luft 26° hat, der anstehe Granit sich aber bis 48° erhitzt. America zeigt übrigens seinem südlichern Theile keineswegs auffallend hohe Grade c Wärme und tiefe der Kälte; die Temperatur ist dort du den Einflufs des Meeres und hoher Gebirgsketten, die vi mächtigen Strömen den Ursprung geben, milder und wec zwischen weit von einander abstehenden Extremen schwank als die zwei andern Continente zeigen, denn die Wärme st nach v. HUMBOLDT[2] nur selten über 38° C. und ging zu V Cruz unter 19° 9′ N. B. während 13 Jahren nie über 3 hinaus. Dagegen berichtet der Capitain TUCKEY[3], dafs auf se Station auf dem rothen Meere im Jahre 1800 das Thermom um Mitternacht 36°, nie weniger als 34°,4, um Sonnen gang aber 40 und um Mittag 44° oder 45° gezeigt h eine Hitze, welche dem Meere nicht zukommt und d blofs durch die über die benachbarten Sandwüsten herbei menden Luftmassen verursacht werden konnte, wenn an die Messung genau ist. Ueber jenen Ebenen steigt die T peratur selbst im Schatten leicht auf 43° C., der Sand brennt die Füfse, und die Franzosen[4] mafsen sogar in Sept. 1799. bei Ombos oberhalb Syene einige Fufs über Boden 54° C. Auch THOM. LEGH[5] beobachtete auf

1 G. LXV. 38. Vergl. Reisen; D. Ueb. Th. III. S. 70. 24 u. a. a. O.

2 Gehlen's Journ. Th. II. S. 525.

3 Nach ARAGO in Ann. Chim. et Phys. T. XXVII. p. 429.

4 Déscription de l'Égypte. Ch. 4.

5 Reise durch Aegypten u. s. w. Weim. 1818. S. 69.

Reise durch Aegypten oberhalb der Katarakten in der Gegend von Essuan (unter 23° N. B.) die Temperatur im Sande =51°,67 C., im Freien im Schatten 35°,56 und in der Cajüte des Schiffes auf dem Nil 30°. Vieljährige Thermometerbeobachtungen würden sicher noch gröſsere Extreme darbieten, und es scheint also, daſs Aegypten durch seine Begrenzung und den Einfluſs des Nils gegen die äuſserste Hitze der africanischen und asiatischen Wüsten nicht geschützt ist. Russegger[1] hat gar gefunden, daſs unter dem 15ten Grade N. B. die Temperatur höher ist, als weiter südlich. Dort beobachtete er häufig im Schatten 43°,75 und selbst 46°,25, statt daſs zwischen den Parallelen von 10° und 13° die höchste Temperatur im Schatten nur 43°,12, die niedrigste 21°,62 betrug, und dabei trat das Maximum zwischen 1 und 2 Uhr Nachmittags, das Minimum bei Sonnenaufgang ein. Die Abnahme der Temperatur in den dortigen südlichern Gegenden ist ohne Zweifel eine Folge gröſserer Höhe über der Meeresfläche oder benachbarter hoher Berge. Wie tief die Temperatur dort herabgegangen sey, um danach den Unterschied der Extreme zu bestimmen, finde ich nicht angegeben, inzwischen haben wir andere Messungen, die auf bedeutende Schwankungen der Wärme, mindestens im Innern von Africa, schlieſsen lassen. Nach Bowdich[2] war zwischen 5° 34′ und 5° 59′ N. B. vom ... April bis 2. Mai 1817 das Maximum 31°,67 und das Minimum 23°,33 mit einem unbedeutenden Unterschiede, allein in so kurzen Zeiträumen pflegt sich die Temperatur auch dort in geringer Entfernung von der Küste nicht auffallend zu ändern. Ganz der früheren Ansicht zuwider, wonach man jenem Welttheile eine immerwährende brennende Hitze beizulegen pflegte, bemerkt Mollien[3], daſs es zwar am Tage brennend heiſs ist, denn unter 15° N. B. zeigte das Thermometer im Schatten 40° C., allein die Kühle der Nacht nennt er dort erquickender, als in Europa, mit dem Zusatze, daſs man die Kälte mehr als die Hitze zu fürchten habe, nach derjenigen zu urtheilen, die er dort im Februar empfand. Ali Bey el

1 Zeitschrift von Baumgartner und v. Holger. Th. V. S 261.

2 Missionsreise. Weim. 1820.

3 Reise in das Innere von Africa. A. d. Franz. Weim. 1820. S. 58. 159.

Abassi[1] hat häufig an den Orten, wo er sich gerade befa
die Temperaturen aufgezeichnet, woraus zwar nicht die E
treme zu entnehmen sind, wohl aber im Allgemeinen die Te
peraturverhältnisse jener Gegenden. Auffallen muſs es sch
wenn er sagt, daſs zu Fez unter 34° 6′ N. B., 5° W. L. v.
das Thermometer nie unter — 5° herabsinkt; zu Semel
aber, unweit Marocco unter 31° 30′ N. B., zeigte das Th
mometer am 31. Juli 45° C.; am 1. December des folgen
Jahres in der Sonne 51°,25 und im Schatten nur 26°,45;
5. desselben Monats um 10 Uhr Morgens in der Sonne 47
um 1 Uhr im Schatten nur 21°,75; die gröſste Wärme w
am 2. und 3. Septbr. im Schatten 43°,5, die geringste
18. Decbr. um 5 Uhr Morgens — 8°,75, mithin betrug d
Unterschied der Extreme doch 52°,25 C. Daſs die gröſ
Wärme zu Mecca unter 21° 30′ N. B. im Monat Februar a
5ten Abends bei Sonnenuntergang 29°,37 und die gering
am 16ten Morgens bei Sonnenaufgang 20°,0 C. betrug, e
ferner das Thermometer zu Medina unter 24° 35′ N. B.
3. Apr. im Schatten 35° und zu Yenboa unter 24° 7′ N. B.
14. April 33°,75 C. zeigte, beweist genügend die dort he
schende hohe Temperatur, und dennoch war zwischen Ga
yahia und Suez am rothen Meere unter 28° N. B. am 15.
in der Nacht die Kälte so heftig, daſs die Reisenden am g
zen Leibe zitterten, ja bei Suez unter 30° N. B. zeigte d
Thermometer am 11. Juni Abends bei Sonnenuntergang
8°,75 und stieg am 12ten um halb 9 Uhr Abends auf 48°
am 13ten Abends 6 Uhr auf 52°,5, von welcher Höhe
schon um 7 Uhr auf 46°,55 herabging. Die asiatische Kü
scheint durch die Nähe des Meeres und den Einfluſs der Be
gegen solche beträchtliche Wechsel geschützt zu seyn, der
zu Gaza unter 31° N. B. zeigte das Thermometer im Juli zw
47°,15, stieg aber in diesem ganzen Monate zu Jerusale
unter 31° 46′ N. B. nie über 30° C. und ging am Morge
meistens bis 21°,55 wieder herab.

111) Ueber den bedeutenden Wechsel der Temperatur an de
Nordküste Africas haben schon die neuesten Nachrichten v
der Expedition der französischen Truppen nach Constantine ...

---

1 Reisen in Africa und Asien. D. Ueb. Weim. 1816. S. 107. 17.. 176. 289. 345. 350. 383. 385.

einen Auskunft gegeben, noch bestimmter geht dieses
ı Messungen des Dr. P. della Cella[1] an einigen etwas
er liegenden Orten hervor. Dieser beobachtete land-
ts von Tripolis (32° 30′ N. B.) am 14. Febr. Morgens
5° C., Mittags im Schatten 20°, zwischen Mesurate
[. B.) und Lubey aber am 22sten desselben Monats
25, und dennoch stieg die Wärme um 2 Uhr Nachmittags
°,75, am 23sten aber ging um Sonnenaufgang das Ther-
er bis — 10° C. herab und stieg am Mittage bis 28°,75.
ɪʀʙᴏᴛᴛᴏᴍ[2] sah im westlichen Africa nicht weit vom
or das Thermometer im Schatten auf 39°,44 und auf
Boden bis 59° steigen, im nördlichen Theile der Sierra
etwa 9° N. B., jedoch nur bis 37°,47 und bei Sonnen-
g zeigte es nur 20° C. Am genauesten aber sind die
ürdigen Temperaturverhältnisse im Innern von Africa
n Berichten der kühnen Reisenden Denham und Clap-
r bekannt geworden[3]. Zu Bornu und in der Umgegend,
en 12° und 15° N. B. und etwa 15° östl. L. v. G., war die
selbst im Schatten unerträglich; am 20. Apr. zeigte das
nometer in der Hütte 45° C. und hielt sich einige Stun-
uf dieser Höhe, nachdem es schon früher eine kurze Zeit
°,44 und 41°,11 gestanden hatte. Während der Regen-
ng es bedeutend herunter und zeigte nach derselben im
aber 31°,67, ja am 26sten 36°,67. Im April des folgen-
hres hielt es sich meistens auf 39° bis 40°, fiel aber zu
k unter 28° N. B. im November auf 5° C. Im Allge-
ı steigt die Wärme vom Monat März bis Ende Juni
Aufgang der Sonne an bis Mittag, erreicht dann das
um von 41°,11, nimmt wenig ab und ist während der
nicht geringer als etwa 37°,78, erreicht aber ihr Mini-
von 30°,57 um Sonnenaufgang. Während dieser Periode
hen Süd- und Südost-Winde, es folgt dann die zweite
zeit und hierauf der Winter, während dessen bei Nord-
Winden das Thermometer Morgens 14°,44 zeigt und am

[1] Reise von Tripolis an die Grenze von Aegypten. Weim. 1821.
und 43.

[2] Edinburgh Phil. Journ. XIX. p. 183.

[3] Beschreibung der Reisen und Entdeckungen im nördlichen und
en Africa. Weim. 1827. II. Th. 8. S. 187. 297. 366. 432. 445.
95. 509. 576.

Tage nie über 24° steigt. In dieser Periode zeigen sich dort ganz unerwartet hohen Grade der Kälte. Clapper[ton] erzählt, dafs auf seiner Reise von Kooka nach Saccatao u[nter] 12° 30′ N. B. und etwa 12° östl. L. v. G. an Orten, mindestens der Beschreibung nach nicht etliche Tausend [F.] Höhe hatten, am 27. Decbr. Morgens das Wasser in Schläuchen gefroren war; am 28sten des Morgens zeigte [das] Thermometer 7°,22, am 31. Decbr. 5°,56, am 4. Januar [am] Tage, aber bei herrschendem Nebel, 8°,89, am 14. Jan. 11[°], aber am 8. März war die Wärme etwas weiter westlich sc[hon] bis 32°,78 im Schatten gestiegen. Auf gleiche Weise beob[ach]tete Lander[1] zu Saccatao um die Mitte des März im J. 1827 um Mittag 41°,67 und um 3 Uhr 42°,78 im Schat[ten], aber dennoch war es zuweilen kühl, ja sogar empfindlich k[alt]. Solche tiefe Kältegrade in jenen tropischen Gegenden schei[nen] mir nur einzelne, kurz dauernde Ausnahmen zu seyn, de[ren] Ursache ich zum grofsen Theile in dem Einflusse kalter, hau[pt]sächlich aber trockner Luftströmungen suchen möchte, d[enn] Denham[2] theilt den Gang der Temperatur, wie sie von [den] Reisenden während mehr als eines ganzen Jahres beobac[htet] wurde, und den Zusammenhang derselben mit den Windr[ich]tungen mit, ohne dabei die von Clapperton auf seiner R[eise] empfundene grofse Kälte besonders hervorzuheben. Hier[nach] wehten vom 15. März 1823 bis Mitte Mai östliche und n[ord]östliche Winde, vom 12. Mai bis Ende Juli aber westl[iche] und nordwestliche; der heifseste Tag war der 20. April [mit] 30°,56 am Morgen, 38°,8 um Mittag und 41°,67 um 3 [Uhr] Nachmittags; übrigens waren die mittleren Temperaturen [zu] denselben Tagszeiten bei östlichen Winden 25°,56, 35[°,..] und 38°,89, bei westlichen dagegen 24°,44, 36°,11 und 37[°,..]. Vom 1. Aug. 1823 bis 13. Mai 1824 fiel fast täglich R[egen] und das Thermometer zeigte in der ersten Zeit zu den [ge]nannten Stunden von 24° bis 26°, von 25° bis 36°,56 [und] von 31°,11 bis 39°; vom 15. bis 20. Decbr. zeigte es [im] Mittel 20°, 23°,33 und 24°,44 bei N.O.Winde; am 31. [...] 14°,44, 18°,89 und 22°,78 bei gleichem Winde; am 5. [...] 1824 aber 31°,67, 37°,78 und 38°,89. Zu Kano war

1 R. Lander's Tagebuch der zweiten Reise des Cap. Clapp[erton]. Weim. 1830. S. 358.

2 A. a. O. p. 718.

ı. bis 21. Febr. bei N.O.Wind das Minimnm am 13. Febr.
, 22°,78 und 23°,33; das Maximum am 20sten Febr.
, 30°,00 und 30°,56; zu Saccatao endlich war vom
März bis 10ten April und von da bis 3ten Mai zuerst
N.O. Winde: Maximum 28°,89, 37°,78 und 40°, das
ım aber 23°,33, 35°,0 und 36°,67, nachher bei S. W.
das Maximum 28°,89, 40°,0 und 42°,22, das Mini-
ıber 25°,56, 27°,22 und 27°,78. Aus diesen Angaben
ur eine grofse Wärme hervor, keineswegs aber eine un-
che Hitze und dann wieder eine unglaublich empfind-
Kälte, wie man neuerdings zu grofser Ueberraschung im
von Africa wahrgenommen hat, allein wir dürfen den-
n der Richtigkeit der oben mitgetheilten Angabe von
ERTON nicht zweifeln, denn die äufsersten Grade der Hitze
älte nehmen zu, sobald man sich weiter von der Küste
t, wie denn auch BOWDICH[1] bemerkt, dafs schon zu
ee (6° 30′ N. B.) die Kälte zwischen 4 und 6 Uhr Mor-
veit empfindlicher sey, als zu Cape-Coast-Castle.

12) Entfernen wir uns von Mittelafrica durch Europa in
her Richtung, so findet sich bald, dafs die Unterschiede
xtreme mit der Zunahme der Breite und der Entfernung
er Küste zunehmen. Für diese ganze Strecke sind so
und zugleich genaue Messungen bekannt, dafs man sich
f einige interessantere beschränken mufs. Dahin gehört
vorzüglich das Resultat, welches LIBRI[2] durch die Ver-
ıng der alten bekannten Thermometer der Akademie del
to mit neueren aufgefunden hat, dafs nämlich das Mi-
ı der Temperatur in Toscana 44° N. B. während 15 Jah-
ı 17ten Seculum einmal —6°,25 und einmal —11°,25 C.
Setzen wir nun das Maximum dort auf 37°,5, so giebt
einen Unterschied von 48°,75. Weit gröfser ist der-
zu Wien, wo nach BAUMGARTNER[3] während der neun
von 1821 bis 1829 der höchste Thermometerstand im
1824 von 36°,25 und der tiefste im Jahre 1829 von
)° C. beobachtet wurde, was einen Unterschied von
5 C. giebt. Einen weit gröfseren Abstand der Extreme,
icht den gröfsten in Europa, trifft man in den Ebenen

Missionsreise. Weim. 1820. 8. S. 419.
Poggendorff Ann. XXI. 330.
Wiener Zeitschr. Th. VI. S. 299. VII. S. 396.

Ungarns, nur sind keine genauen Messungen darüber bekannt. Inzwischen versichert Wimmer[1] an mehreren Tagen Morgens 25°, um 2 Uhr Nachmittags 42°,5 und Abends 27°,5 C. beobachtet zu haben, und dennoch sey an eben jenen Orten in der Nacht vom 29sten auf den 30sten Januar 1816 der Weingeist gefroren. Ist hier nur von mäfsig reinem Spiritus die Rede, so würde es doch auf eine Kälte von — 40° bis — 50° C. schliefsen lassen. Dort, wie in den tropischen Continenten, wechseln heifse Tage mit kühlen Nächten. Zu Cheissac in der Auvergne[2], 470 Meter über dem Meere, war 1833 das Maximum am 13ten Aug. = 27°,5 und das Minimum am 2ten Jan. = 2°,7. Für Paris unter 48° 50′ N. B. geben Cassini[3] und Arago[4] die Maxima und Minima der Thermometerstände an; sie waren ersteres im Jahre 1793 am 8ten Juli = 38°,4, welchem das im Jahre 1803 mit 36°,7 am nächsten kam, und letzteres im Jahre 1793 am 25sten Januar = — 23°,5, welchem das am 13ten Januar 1709 von — 23°,1 sich am meisten nähert. Zu Strafsburg unter 48° 35′ wird als höchste Temperatur 35°,9 und als niedrigste die am 26sten Dec. 1798 beobachtete von — 25° C. angenommen. Zu Carlsruhe[5] unter 29° 1′ N. B. war in 44 Jahren die höchste Temperatur am 3ten Aug. 1783 = 36°,62 und die geringste am 18ten Febr. 1827 = — 26°,9. Hier in Heidelberg unter 49° 24′ N. B. war während 18 Jahren der höchste Thermometerstand am 14ten Juli 1832 = 36°,25 und der tiefste am 18ten Febr. 1827 = — 26°,25. Zu Arnstadt[6] unter 50° 49′ N. B. war während 10 Jahren die gröfste Wärme am 3ten August 1826 = 34°,75, das Minimum am 23sten Januar 1823 und 2ten Februar 1830 = — 28°,5. Man sieht schon aus diesen Angaben, dafs selbst in Deutschland die Maxima und Minima nicht auf gleiche Tage, ja sogar nicht in die nämlichen Jahre fallen, so dafs also selbst über einen so kleinen Landstrich die Temperatur durch partielle Ursachen bedingt

---

1 Berghaus Annalen 1836. Juni u. Juli. S. 332.
2 Annales d'Auvergne. T. VII. p. 144.
3 Mém. de l'Institut. T. IV. p. 560.
4 Ann. de Chim. et Phys. T. XXVII. p. 415.
5 Untersuchungen über das Klima und die Witterungsverhältnisse von Carlsruhe von Dr. Eisenlohr. S. 38.
6 Lucas in Kastner Archiv. Th. VIII. S. 48.

, obschon sich diese im Ganzen bald wieder ausgleichen.
obachtete auch VOIGT[1] zu Jena unter 50° 56′ N. B. am
Juli 1807 die seit vielen Jahren ungewöhnliche Hitze
37°,5, in Leipzig unter 51° 20′ stieg dieselbe im Jahre
auf 38° C. und als gröfste Kälte mafs HINDENBURG da-
— 30° am 17. Dec. 1788, nachdem sie schon am 28sten
1785 = — 28°,5 gewesen war. Zu Boritz, 3 Stunden
Meifsen, betrug die gröfste Kälte am 23sten Jan. 1795
—31°,25, und da im Jahre 1827 die Kälte an einigen Or-
es nördlichen Deutschlands wohl noch tiefer herabging, als
hre 1795, die dort nur auf wenige Stunden beschränk-
öchsten Grade der Hitze aber schwerlich genau aufge-
net worden sind, so darf man annehmen, dafs im südlichen
chland die Extreme nicht über + 37°,5 und — 28°, im
ichen aber nicht über + 38° und — 32° C. hinausgehn. Dafs
Extreme jedoch zu jeder Zeit nur auf einzelne Districte
ränkt sind, wenn gleich die Temperatur im Ganzen den
chen Charakter allgemeiner zeigt[2], unterliegt keinem Zwei-
da im Februar 1827 das Maximum der Kälte in Frank-
geringer war als hier in Heidelberg und in Heidelberg
ger als in Carlsruhe, statt dafs am 23sten Jan. 1823 das
mometer hier bis — 17°, in Frankfurt dagegen bis
1°,25 herabging. W. BRANDES[3] stellt folgende am 31sten
1783 beobachtete, keineswegs mit den Breitengraden der
übereinstimmende Temperaturen zusammen: in Würz-
—27°,5, in Regensburg — 25°, in Mannheim und Göt-
n — 22°,5, in Metz, Prag und Sagan — 21°,5, in Paris,
terdam, Franecker und Hamburg — 20°, im Elsafs — 23°,75,
Danzig und Berlin — 16°,75. Auch die Gröfse der Oscil-
nen im Ganzen weichen in Europa zwischen dem 48sten
54sten Breitengrade nicht unbedeutend von einander ab,
aus folgender Tabelle von EGEN[4] deutlich hervorgeht.

1 Allgem. Lit. Zeit. 1807. Int. Bl. S. 572.
2 Auch hiervon giebt es Ausnahmen; denn unter andern waren
Monate Mai, Juni und Juli des Jahres 1836 hier zu Heidelberg
ehmend trocken und daher auch warm, in Göttingen bis Ham-
hin aber feucht und insofern auch kalt.
3 Beiträge zur Witterungskunde. S. 215.
4 Berghaus Annalen. Th. V. S. 327.

Orte	Breite	Max.	Min.	Schwankungen mittlere	Schwankungen größte
Paris . . .	48°50'	32°,61	— 9°,51	42°,12	50°,00
Stuttgart .	48 46	33,27	— 15,92	49,19	57,50
Regensburg	49 1	31,22	— 16,70	47,92	58,75
Elberfeld.	51 15	30,21	— 13,56	43,77	60,00
Halle . . .	51 29	33,62	— 17,00	50,62	57,50
Berlin . .	52 31	32,03	— 17,81	49,84	62,50
Lüneburg	53 15	30,84	— 16,15	46,99	63,75
Hamburg	53 33	30,00	— 16,42	46,42	65,00
Cuxhaven	53 21	30,00	— 14,50	44,50	55,00
Drontheim	63 26	— —	— —	— —	52,50

113) Wenden wir uns weiter östlich, so wachsen die Extreme, wenn nicht die Nähe des Meeres sie wieder herabdrückt. Zu Constantinopel ist die Temperatur nach Ali Bey el Abassi[1] im Ganzen mild, das Thermometer steigt jedoch im Sommer leicht bis 36° C. und sinkt im Winter mehrere Grade unter den Gefrierpunct des Wassers herab, ohne dafs ich jedoch die Grenzen der Wärme und Kälte genau anzugeben vermag. Odessa[2] unter 46° 29' hat ungleiche Winter, einige sind sehr gelind, andere und die meisten sehr streng, so dafs der Hafen zuweilen 30 bis 60 Tage anhaltend vom Eise geschlossen ist. Die höchste Temperatur daselbst fällt in den Juni mit 31°,25, die niedrigste in den Januar mit — 28°,75, jedoch glaube ich nicht, dafs dieses die Extreme aus vielen Jahren sind, wenigstens steigt die Hitze im Sommer ausnahmsweise gewifs höher. Dieses wird auf jeden Fall sehr wahrscheinlich durch die Resultate der genauen Beobachtungen von Cumani zu Nicolajew unter 46° 58' 30" N. B., die durch Kupffer[3] mitgetheilt worden sind, wonach in den Jahren 1827 bis 1830 das Maximum daselbst im Juni 1827 nicht weniger als 37°,5 und das Minimum im Januar 1828 — 30°,62 etrug. Durch ebendiese Gelehrten kennen wir auch die emperaturverhältnisse zu Sebastopol unter 44° 35' N. B. aus obachtungen in den Jahren 1828 bis 1830, wonach dort das imum im August 1828 nur 37°,4 und das Minimum im ar 1829 nicht mehr als — 18°,4 betrug, mit einem ge-

[1] Reisen in Africa und Asien a. a. O.
[2] Kastner Archiv. Th. VII. S. 126.
[3] ondon and Edinb. Phil. Mag. N. II. p. 133.

Unterschiede wegen der insularischen Lage und ge-
Polhöhe des letzteren Ortes. Petersburg unter 59°
3. bietet ungeachtet seiner Lage an der einen Spitze
see einen bedeutenden Abstand der Extreme dar. Nach
us Heinrich[1] war daselbst die gröfste Kälte am 4ten
772 = — 49°,87, die geringste Winterkälte im Decem-
1 = — 15° C., die gröfste Hitze dagegen im Juli 1788
4, die kleinste Sommerwärme im Jahre 1790 = 23°,4.
terschied der Extreme dort beträgt also nicht weniger
27 C. Ungleich geringer finden wir dieselben an der
ste Europa's, namentlich in Grofsbritannien und Nor-
wie sich aus einigen genauen Angaben leicht entneh-
st. Für Maestricht unter 50° 49′ N. B. giebt das Jahr
ch Quetelet[2] als Maximum 32°,1 und als Minimum
3 C., die ganze Reihe der Jahre von 1818 bis 1830
ebt als Maximum 38°,8 im Jahre 1826 und als Mini-
- 22°,9 im Jahre 1823; für Brüssel unter 50° 51′ N. B.
erselbe[3] aus einer langen Reihe vieljähriger Beobach-
35° als Maximum und — 20°,7 als Minimum; auf
el Man unter 54 20′ waren nach R. Stuart[4] von
s 1829 und wiederum von 1824 bis 1830 das Maxi-
= 23°,89 im Jahre 1826 und das Minimum = — 5°,56
e 1823. Etwas gröfser ist der Unterschied der Extre-
gleich nur aus den Jahren 1826 und 1827, auf der ge-
liegenden Seite zu Canaan Cottage unweit Edinburg
5° 56′ N. B., wo das Maximum nach Adie[5] 27°,78
s Minimum — 11°,11 betrug. Auf der Südküste
zanze unter 50° 11′ N. B. war nach Giddy[6] von
s 1827 das Maximum = 28°,89 im Jahre 1825 und
nimum = — 4°,44 im Jahre 1827. Zu Kinfauns

Schweigger's Journ. 1813. Hft. IV. Vergl. Ann. of Philos. New
IV. p. 15.
Correspondance Astron. et Phys. T. VII. p. 182. Aperçu hist.

Aperçu historique des Observ. de Météorologie. Brux. 1834. p.

Edinburgh New Phil. Journ. N. XXI. p. 152. Edinb. Journ. of
IV. p. 249. N. X.
Edinburgh Journ. of Science. N. XVII. p. 187.
Ebend. N. XVIII. p. 170.

Castle[1] unter 56° 23′ N. B. fallen die stärksten Extreme, die i
angegeben finde, in das Jahr 1820, indem das Maximum 26°,
und das Minimum — 18°,33 betrug. Mehr im Innern v
England steigt die Temperatur höher, denn HEBERDEN[2] gi
an, dafs die Wärme am 18ten Juli 1826 zu Datchet
Buckinghamshire unter 51° 45′ N. B. auf 35°,56 C. gestieg
sey, auch erreichte sie nach den Registern der Royal Soci
am 13. Juli zu London 34°,16, während CAVENDISH zu Cl
ham 35°,56 beobachtete; eine gröfsere Kälte, als die ang
gebene von — 18°,33, dürfte aber schwerlich vorkommen, w
das Land nicht ausgedehnt genug ist, um ein Continentalkli
zu haben. Auf den Faröer-Inseln[3] unter 62° N. B. und
W. L. v. G. wurde während vier Jahren als Maximum 22°,
und als Minimum — 7°,49 beobachtet, selbst auf Island u
ter etwa 63° bis 65° N. B. soll nach MACKENZIE[4] die Hi
bis 21°,11 steigen, die gröfste Kälte aber nur bis — 3
herabgehn, und sogar bei Spitzbergen, so abschreckend a
das Bild ist, welches die Vorstellung sich von der dort he
schenden ewigen Erstarrung entwirft, fand PARRY[5] im So
mer 1827 die Temperatur mild, und CROWE aus Hamm
fest, welcher kurz vorher auf der Südwest-Seite der In
unter 78° N. B. überwintert hatte, erzählte, dafs er um We
nachten daselbst Regen erlebt habe. Allerdings gehört die
nur zu den Ausnahmen, und zu bedauern ist, dafs nie
dort die Wintertemperatur gemessen hat; inzwischen g
PARRY an, dafs die höchste vom 25sten Juni bis 10ten A
zwischen 81° 15′ und 82° 44′ N. B. gemessene Temper
am 28sten Juni 6°,11 C. betrug; die niedrigste war mehr
— 2°,22. Das Mittel betrug jedoch 0°,72; zwischen 71°
und 80° 50′ war am 1sten Mai bis 1sten Sept. das Maxim
am 19ten Juli = 12°,78 und das Minimum am 19ten
= — 11°,11, das Mittel aber 1°,72. In den Registern

---

1 Edinburgh Philos. Journ. N. VIII. p. 442. Vergl. ebend.
XLI. p. 112. u. New Phil. Journ. N. XXXII. p. 389.

2 Philos. Trans. 1827. p. 69.

3 Edinburgh New Phil. Journ. N. XXXV. p. 163.

4 Reise durch d. Insel Island. Weim. 1815. p. 295.

5 Account of an attempt to reach the North-Pole. p. 15
Appendix.

by[1] finde ich, allerdings nur für die Sommermonate, Nähe von Spitzbergen als Maximum 8°,89 am 24sten 8 unter 79° 8′ N. B. und als Minimum in ebendie- onate, welches gleichfalls in das Jahr 1818 gehört, 2 unter 76° 25′ N. B. angegeben, letzteres am 13ten eres am 24sten Juli. Vorzüglich beachtenswerth ist, Nord-Cap unter 71° N. B. an der äufsersten Spitze dinavischen Halbinsel das Quecksilber und selbst das cht gefriert, indem die Temperatur selten unter — 10° 12° und wohl nie unter — 14° herabsinkt[2], meistens — 6°,5 C. In Bergen-Stift[3] dagegen, unter 60° 10′ eigt die gröfste Hitze des Sommers in der Regel nur C., erreichte aber im ungewöhnlich warmen Som- 8 die Höhe von 26° C., und zugleich beträgt die gröfste älte — 28° C., Tönset aber, 3100 Fuſs über der Mee- , ist wegen seiner Kälte bekannt, indem dort in je- nter das Quecksilber zu gefrieren pflegt, und in Tor- r dem Polarkreise (66° 30′) steigt die Sommerwärme die Kälte erreichte aber im Jahre 1812 am 28sten on — 32°,5, geht nicht selten bis — 50° C. herab und usnahmsweise im Jahre 1810 sogar — 58°,5 C.

ptsächlich haben wir aber jetzt noch die beiden Län- zu betrachten, deren einer durch Mittelasien, der an- ch die Mitte von Nordamerica geht, wo der Unter- er höchsten und tiefsten Temperaturen bei weitem am ist, und zwar hauptsächlich unter etwas höheren Brei- och auch unter mittleren und selbst niederen, wenn liche Bedingungen einen merklichen Einfluſs äufsern. nicht zu übersehn, dafs die angegebene Lage dieser ecken, wonach sie im Mittel unter 90° östl. und l. Länge gesetzt sind, nur als eine annähernde und e Bestimmung gelten kann, indem die einzelnen Orte und mehr Längengrade nach beiden Seiten von die- ze abweichen.

) Fangen wir mit Indien an, so stehen uns die be- ähnten Beobachtungen von Scarman[4] zu Seringapa-

---

Account of the Arctic Regions. T. I. App.
inburgh. New Phil. Journ. N. X. p. 307.
demar Reisen. Th. I. S. 167. 244. Th. II. S. 180.
inburgh Journ. of Science. N. X. p. 250.

tam unter 12° 25′ N. B. vom Jahre 1814 und 1816 zu Gebot
wonach dort der kälteste Tag, der 13te Januar, 8°,89 und d
heifseste, der 25ste April, 46°,11 C. gab, Extreme, die zw
nur von einem Jahre entnommen sind, aber von den meh
jährigen vermuthlich nicht sehr abweichen. Zu Bombay[1] u
ter 18° 58′ war in diesem nämlichen Jahre das Maximu
= 29°,71 und das Minimum 21°,11, allein im Jahre 18
werden die Extreme bedeutend verschieden und wahrsch
lich richtiger zu 32°,78 im Mai und 15°,0 C. im Januar
gegeben. Ueberhaupt scheint in jenen Gegenden Ostindi
ein im Ganzen gleiches Verhältnifs der Temperaturen vorzu
ten, modificirt durch die Einflüsse der Localitäten. So wa
nach Sykes[2] zu Dukhun unter 18° N. B. das Minimum
15ten Jan. 1826 = 4°,71 und das Maximum am 7ten
1828 = 40°,56 und dennoch betrug der Unterschied des
testen Monats Januar und des heifsesten April oder Mai
Minimum nur 7°,8, im Maximum 9°,64; die gröfste täg
Differenz aber war am 12ten December 1827 und betrug
9°,71 bis 31°,67 nicht weniger als 21°,96, mithin meh
die Hälfte der ganzjährlichen von 35°,81, eine Eigenthüml
keit, die in Deutschland ganz unglaublich erscheinen
Sykes bemerkt mit Recht, dafs die Winde in Indien
entscheidenden Einflufs auf die Temperatur haben,
Puhna und an andern Orten Indiens aus N. oder NW
mend die Wärme plötzlich sehr herabdrücken und noch
drein durch ihre Trockenheit um so wirksamer sind,
durch sie einst das Thermometer zwar nur bis 5°,5
abging, allein die Kälte war dabei so empfindlich, dafs
Pflanzen verdarben und die Menschen sich gar nicht
wärmen wufsten. Nach Kirkpatrik[3] steigt die Tem
zu Nepaul unter dem Wendekreise wegen seiner Höh
etwa 4000 Fufs über der Meeresfläche im Sommer bis
geht aber bei Sonnenuntergang bis 12°,23 wieder hera
Minimum kann also dort nicht geringer seyn als zu D
Zu Macao unter 22° 16′ N. B. war das Minimum im

---

1 Annals of Philos. T. XII. p. 211. Edinburgh Journ. of
N. XVIII. p. 17.

2 Philos. Trans. 1835. p. 190.

3 Nachrichten vom Königreiche Nepaul. Weim. 1818. S.

9°,45, das Maximum im Juli 32°,82 und zu Canton unter
12′ N. B. das Minimum ebenfalls im Februar = — 1°,62
das Maximum im Juli = 34°,45, ein bedeutender Un-
:hied der Extreme für Indien[1], wo wahrscheinlich an al-
von den Küsten entfernteren und etwas höher liegenden
n das Thermometer ausnahmsweise unter den Gefrierpunct
bgeht, während es an sehr heifsen Tagen bis 40° C. steigt.
sind jedoch nicht sowohl die jährlichen und monatlichen,
ielmehr die täglichen Schwankungen sehr grofs, denn
VICTOR JACQUEMONT[2] sah in kalten Winternächten zu
nch unter 24° 30′ N. B. das Thermometer gegen Son-
ifgang bis nahe zum Gefrierpuncte herabgehn und um
; bis 36° steigen, so wie Dr. OUDNEY im Innern Afri-
or Kälte fast umkam.

15) Folgt man der Richtung nach Norden, von Indien
bis zum kaspischen Meere, so zeigt sich der Unterschied
ttreme wachsend, so weit man dieses aus unvollständi-
ngaben von Orten westlich und östlich von dieser Li-
nehmen kann. ELPHINSTONE[3] machte auf seiner Ge-
äftsreise von Indien nach Cabul durch einen Theil der
die Erfahrung, dafs die Hitze bei Tage, namentlich in
ne von Peschawer, im Juni bis 45° C. stieg, und den-
aren die Nächte zuweilen so kalt, dafs Menschen und
re dadurch umkamen. Am Flusse Aschtarek in Per-
d MORIER[4] die Hitze um Mittag meistens 35° C. und
(dem ehemaligen Tigranocerta, etwa 38° N. B.) beob-
KINNEIR[5] um Mittag im Schatten meistens 37°,5, zu-
nch 41°,25, und dennoch zeigte das Thermometer bei
ufgang in der Regel nur 21°,25. Zu Bagdad[6] unter
N. B. stieg die Hitze im Aug. 1819, namentlich am
zu einer enormen Höhe, bis 48°,89, und erhielt sich
acht auf 42°,22, so dafs Menschen vor Hitze umka-

ılioth. univ. 1834. Août.
rrespondance pendant son Voyage dans l'Inde. T. II. p.

se nach Cabul. Th. I. S. 154.
:ite Reise durch Persien u. s. w. Weim. 1820. S. 24.
se durch Kleinasien, Armenien und Kurdistan. Weim. 1821.

nburgh Philos. Journ. N. V. p. 197.

men, und dennoch wissen wir, dafs die Temperatur dort b
unter den Gefrierpunct herabgeht. Der jüngere v. Fuss[1] b
obachtete das Thermometer zu Peking unter 39° 54' in d
Monaten December bis Juni und fand als gröfste Kälte
December — 9°,82, als gröfste Wärme im Juni 39°,51, w
nach die Extreme bedeutend von einander abstehn müss
Die höchsten Grade der Hitze, wechselnd mit den höch
Graden der Kälte, findet man jedoch auf der angegeben
Strecke in Sibirien. Halten wir uns zunächst an die zuv
lässigen Angaben der neueren Zeit, so war nach Kupffe
zu Kasan unter 55° 48' N. B. im Jahre 1827 und 1828
gröfste Kälte am 19ten Jan. = — 39°,82 und die gröfste H
am 8ten Juli = 31°. Für Slatoust unter 55° 8' N. B. g
derselbe aus den Jahren 1818 und 1819 als Minimum — 20
im December und als Maximum 23°,33 im Juli an. Wie g
der Unterschied der höchsten und tiefsten Temperatur zu
kuzk seyn möge, läfst sich leicht schätzen, wenn angeg
wird[3], dafs daselbst die mittlere monatliche Temperatur
Juli um 27°,77 und im Januar um — 29°,71 schwanke,
mit der hohen Kälte übereinstimmt, die Hansteen[4] zu
granowskaja zwischen Krasnojarsk und Nischnei-Udinsk
55° 45' N. B. und 97° 50' östl. L. v. G. beobachtete,
er das Quecksilber mehrere Tage gefroren erhielt und
Temperatur am Morgen bis — 37°,5 C., am Abend aber
— 63° C. herabsinken sah. Sollte diese letztere Angabe g
und richtig seyn, so wäre dieser Kältegrad der höchste, den
überhaupt in Sibirien beobachtet hat, bleibt aber dennoch
ter demjenigen zurück, welchen Ross in Nordamerica e
haben soll. Wie grofs übrigens die Kälte jener Gegenden
und was für einen unglaublichen Abstand von einander
Extreme haben, ersieht man aus einer zuverlässigen An
von Erman[5], wonach zu Jakuzk unter 62° N. B. und 12

1 Mém. de Petersbourg. VIme Sér. T. III. p. 92.

2 Poggendorff Ann. XV. 162 ff. Edinb. New Phil. Journ. N.
p. 233.

3 London und Edinb. Phil. Mag. N. VII. p. 2.

4 Poggendorff Ann. XXVIII. 583. Vergl. Berl. Zeitschr.
N. 179. 189.

5 Berghaus Ann. Th. V. S. 342. Ausführlicher in dessen
Berl. 1838. Th. II. S. 252.

v. G. die mittlere Temperatur des December und Ja-
41°,25, die des December allein — 44°,37 aus Beob-
:n um 8 Uhr Morgens, die des Juli aber 25°,87 aus
tungen um 2 Uhr Nachmittags war. Eine Kälte unter
ritt zu Jakuzk alle Jahre ein und im Jahre 1828 hielt
vom 1sten bis 10ten Januar ohne Unterbrechung auf
C., ging aber am 4ten bis — 55°,75 C. herab. Im
29 erhielt sie sich am 4ten und 5ten Januar unabläs-
chen — 53° und — 54°,5, ging aber am 25sten auf
imum von — 57°,5 herab. Selbst in der Mitte des
ɔbachtete Erman nach — 22°,5 und — 25°, während
ere des Tages — 7°,5 betrug[1]. Nach einer gelinde-
ɔde im April folgt in der Regel wieder Kälte, bis um
n Mai plötzlich der Sommer beginnt und ohne Un-
ıng bis zum 17ten Sept. dauert, wie es dann gleich-
h dem ersten Froste um diese Zeit nochmals zu thauen
vorauf vom 17ten October an der ununterbrochene
ınfängt. Die drei Sommermonate Juni, Juli und Au-
en mittlere Temperaturen von 13°,75, 18°,75 und
nd nicht selten steigt das Thermometer im Schatten
was im Jahre 1827 sogar an 44 Tagen der Fall war.
et die Felder dann nur 3 Fuſs tief aufthauen, werden
veizen und Roggen mit Nutzen gebaut und sollen in
l 15fachen, ausnahmsweise 40fachen Ertrag geben.
iärten zieht man Kohl, Kartoffeln, Rüben und sogar
ken. Daſs dort die gröſste Kälte bis — 60° und die
Värme bis 30° reichen könne, so daſs die Extreme
90 Grade von einander abstehn, kann auf keine
nglaublich scheinen.

Von der ungewöhnlich tiefen Winterkälte wechselnd
er Sommerwärme in vielen Gegenden des nördlichen
s wuſste man schon lange, in neueren Zeiten sind
viele genaue Bestimmungen hierüber einerseits durch
würdigen Reisen der Engländer an den Küsten jenes

---

wird aus diesen und ähnlichen Thatsachen wahrscheinlich,
Meridian der gröſsten Kälte zwischen Bagranowskaja und
nläuft, also zwischen 100° und 130° östl. L. von G. liegt,
iter als 90° vom Meridiane der gröſsten Wärme entfernt
mit der Lage der magnetischen Pole und der Krümmung der
n gut übereinstimmt.



Welttheils, andererseits durch die Vorsteher der Akademieen des Staates Newyork, welche durch die Legislatur zur Anstellung von Thermometerbeobachtungen aufgefordert wurden[1], bekannt geworden, dafs es zweckwidrig seyn würde, sie sämmtlich hier aufzunehmen, weswegen ich mich auf die wichtigsten beschränke, die Mehrzahl aber für die nachfolgende Tabelle der mittleren Temperaturen verspare. Unter niederen Breiten liegen dort die Extreme nicht so weit aus einander, als im Innern von Asien und Africa, weil die Hitze wegen der gröfseren Nähe des Meeres so hoch nicht steigt; wenigstens schliefse ich dieses aus den meteorologischen Registern, welche die Militär-Aerzte auf den Stationen der vereinigten Staaten in den Jahren 1822 bis 1825 zu führen beauftragt wurden[2]. Hiernach waren die Maxima und Minima zu Cant. Brooke unter 27° 57′ N. B. = 33°,33 und 4°,44; zu Cant. Clinch unter 30° 24′ N. B. = 35° und — 11°,67; zu Fort Moultrie unter 32° 42′ N. B. = 33°,33 und — 7°,22. Zu Washington[3] unter 38° 52′ 45″ N. B. und 76° 55′ 30″ W. L. war das Maximum am 16ten Juni 1823 = 35°,5 und das Minimum am 2ten Febr. 1824 = — 11°,51. Zu Marietta[4] am Ohio unter 39° 25′ N. B. war im Jahre 1820 das Maximum im August = 33°,3 C. und das Minimum im Januar = — 12°,2: noch gröfser ist der Unterschied zu Montgomery[5] unter 41° 31′ N. B., wo die Extreme 37°,78 und — 21°,11 betragen. Nach Mitchel's[6] dreifsigjährigen Beobachtungen sinkt in der Nachbarschaft der Hudsonsbai das Thermometer in der Regel alle Jahre im Januar bis — 42°,77 und Pflanzen nebst Früchten, die auf dem Vorgebirge der guten Hoffnung recht gut gedeihen, z. B. auch Wein, können in Südcarolina und Florida nicht mit Sicherheit gebaut, mindestens nicht zu gleicher Vollkommenheit, als dort, gebracht werden. Die Orte unter 40° N. B. haben in Nordamerica eine mittlere Temperatur, wie

1 Die Resultate sind zusammengestellt in Returns of meteorological Observations cet. Newyork 1825.

2 Edinburgh Journ. of Science. N. XX. p. 267.

3 Amer. Philos. Trans. T. VII. p. 23.

4 Silliman Amer. Journ. T. XVI. p. 46.

5 Edinburgh Journal of Science. N. II. p. 250.

6 Geschichte und Beschreibung von Neufundland und der Küste von Labrador. Weim. 1822. S. 141 ff.

er 55° N. B. im europäischen Continente, im Sommer Hitze aber desto gröfser und steigt in der Nachbarler Hudsonsbai in der Regel bis 30° C. Die excessive wird durch die nordwestlichen Winde herbeigeführt, e Schärfe zwar anfangs etwas verlieren, sie nachher ts beibehalten; sie sind zugleich stürmisch und ver- ı das warme Wetter sogleich in kaltes. Wälder brin- ne Kälte, vielmehr sind die Winde in baumleeren Ge- am nachtheiligsten; dagegen dienen sie dazu, die es Sommers zu mildern. In Canada steigt die Hitze des s bis 32°,22 und im Winter gefriert das Quecksilber, hauen geschieht schnell und die durch südliche und süd- ıe Winde herbeigeführte Wärme erscheint plötzlich. Es ıt, diese allgemeine Bezeichnung durch specielle Anga- belegen. Zu New Bedford[1] unter 41° 38′ N. B. war in ıen Jahre 1830 das Maximum = 33°,33, das Minimum C. Nach Beobachtungen, welche durch Dr. Holyoke[2] 86 bis 1818 fortgesetzt wurden, war zu Salem in Mas- tts unter 42° 33′ N. B. die gröfste Hitze von 38°,33 re 1793 und die gröfste Kälte von — 23°,9 im Jahre Zu Boston[3] unter 42° 21′ N. B. war in den Jahren von is 1830 die höchste Temperatur von 38°,89 am 11ten 25 und die tiefste von — 24°,45 am 25sten Jan. 1821 ı 1sten Febr. 1826. Aus Fayetteville unter 42° 58′ N. en wir genaue Beobachtungen von Martin Field[4] ı Jahren 1830 bis 1832. Hiernach war daselbst die höch- nperatur in beiden Jahren gleich und betrug am 21sten d am 15ten August 34°,44, die niedrigste aber im er- ıhre am 22sten December — 24°,45, im zweiten am Januar und 25sten Februar — 28°,88. Hieraus geht h hervor, dafs die Kälte in jenen Gegenden nicht blofs ze Zeit sehr intensiv ist, sondern zuweilen auch lange So war unter andern das Minimum im Jahre 1830 am Dec. = — 24°,45, allein vom 5ten Jan. bis 15ten es folgenden Jahres stieg die Temperatur nie bis — 2°,22;

---

1 Silliman Amer. Journ. T. XX. p. 162.
2 Edinburgh Philos. Journ. N. XII. p. 350.
3 Silliman Amer. Journ. T. XX. p. 264.
4 Ebend. T. XVIII. p. 366. XX. 261. XXII. 298.

es gab 68 Zoll Schnee und hagelte auch in diesem Winter. Gehn wir weiter nördlich, so war nach den Beobachtungen von ALEXANDER BOYLE[1] zu New-Brunswick unter 43° 53' N. B. in den Jahren 1818 bis 1820 das Maximum = 37°,22 im Juni 1820 und das Minimum = — 28°,33 im Februar desselben Jahres. Zu St. Lawrence unter 44° 40' N. B. war nach J. B. HALE[2] in dem einzigen Jahre 1828 das Maximum = 35°,00, das Minimum = — 25°,00, aber ein ungleich gröfserer Abstand der Extreme zeigte sich in demselben Jahre nach W. TAYLOR zu Lowville unter 43°47 N. B., wo das Maximum 37°,22, das Minimum — 33°,33 betrug. Will man sich überzeugen, wie sehr die Extreme nach dem Innern des Landes hin zunehmen, so darf man nur die Resultate aus den ebenerwähnten Registern der Militärärzte überblicken. Hiernach waren sie zu Fort Crawford unter 43° 3' N. B. und 90° 53' W. L. v. G. = 35°,56 und — 33°,33; zu Fort Howard unter 44° 40' N. B. und 87° W. L. = 37°,78 und — 38°,88, dagegen zu Fort Sullivan unter 44° 44' N. B. und 67° 4' W. L. = 34°,44 und — 28°,33. Allerdings waren sie zu Fort Brady wegen seiner nördlichern Lage unter 46° 39' N. B. und 48° 43' W. L. gleichfalls = 32°,22 und — 35°,09, wobei das Auffallende in den aufserordentlich tiefen Kältegraden jener verhältnifsmäfsig geringen Breiten liegt. Die hohen Grade der Wärme und Kälte scheinen ferner in jenen Gegenden nicht als Ausnahmen vorzukommen, sondern mit nicht bedeutenden Schwankungen alle Jahre wiederzukehren, denn nach ARCHIBALD HALL[3] war zu Montreal in Untercanada unter 45° 31' N. B. und 73° 35' W. L., welches also zwischen den letztgenannten Orten ungefähr in der Mitte liegt, in den 10 Jahren von 1826 bis 1835 das Maximum und Minimum folgendes:

---

1 Edinburgh New Phil. Journ. N. I. p. 118.

2 Edinburgh Journ. of Science N. II. p. 250. Vergl. N. VII. p. 78.

3 Edinburgh New Phil. Journ. N. XLII. p. 236. Ich mufs hierbei bemerken, dafs nach der oben in §. 104. mitgetheilten Angabe die gröfste Kälte am 5ten Jan. 1835 zu Montreal — 37°,2 betragen haben soll, die hier nur = — 31°,66 angegeben wird, und zwar am 17ten Dec. 1835. Jene gröfsere Kälte im Januar müfste also hier übersehn worden seyn.

ır	Max.	Min.	Jahr	Max.	Min.
26	35°,56 C	—33°,33 C	1831	36°,11 C	—27°,27 C
27	36,67	— 28,88	1832	31,67	— 27,27
28	34,44	— 28,88	1833	32,22	— 31,66
29	33,89	— 30,55	1834	35,56	— 26,66
30	36,11	— 28,88	1835	36,67	— 31,66

ſste Unterschied der höchsten Temperaturen beträgt allen diesen 10 Jahren nur 5° C., der tiefsten 6°,67 C.

') Den Handelsstationen der Engländer und der Be-eit unglaublich kühner Reisenden verdanken wir die ſs der Temperaturen in denjenigen Gegenden, die un- höheren Breiten liegen und wo der Unterschied der und tiefsten Wärmegrade unglaublich groſs ist. Ri-on[1] theilt von fünf Orten die Extreme mit, wovon en ersten aus Franklin's, die drei letzten aus Par-isen entnommen worden sind und die ich der Merk-eit wegen zusammenstelle.

Orte	Breite		Länge v. G.		Max.	Min.	Unterseh.
and House	54°	00′	102°	15′	30°,56	—42°,21	72°,77
erprise .	64	30	113	16	25,56	— 49,45	75,01
Island . .	66	25	85	30	12,23	— 41,37	53,60
. . . . .	69	30	82	30	10,00	— 45,55	55,55
. . . . .	74	45	111	0	15,56	— 48,33	63,89

Abstand der Extreme an den drei letzten Orten klei-folgt aus ihrer insularischen Lage und aus der kur-dauer der dort angestellten Messungen. Wenn aber unwirthbaren Regionen des americanischen Polarmee-an dessen Küsten die Extreme der Temperaturen wirk-en geringern Abstand von einander haben, als unter en Breiten, so liegt die Ursache darin, daſs die Son-len in den langen Tagen des Sommers das ewige Eis entfernen vermögen, um dann aus dem entblöſsten Wärme zu entwickeln, und daher geht die Sommer-zunehmend tiefer herab, so daſs der dennoch bleibende

[1] Edinburgh Philos. Journ. N. XXIV. p. 200. Vergl. Edinburgh ans. T. IX. p. 214.

Unterschied der Temperaturen hauptsächlich auf den unglau
lichen Kältegraden beruht, die man dort beobachtet h
FRANKLIN[1] hat eine Menge interessanter und wichtiger Be
achtungen hierüber mitgetheilt. Für Fort Enterprise finde
als Maximum 30°,56 im Juli 1820 und als Minimum —49°
im December desselben Jahres, also etwas von den oben s
henden verschieden, angegeben. RICHARDSON[2] erhielt in
Jahren 1825 und 1826 zu Fort Franklin unter 65° 12′ N
und 123° 12′ westl. L. v. Gr. als Maximum 23°,33 im A
1826 und als Minimum — 50° C. im Febr. 1826. Zu F
Chapewyan unter 58° 43′ N. B. und 111° 18. W. L. wa
denselben Jahren das Maximum = 36°,11 im Juni 1826
das Minimum = — 34°,98 im Januar desselben Jahres, w
vorzüglich die hohe Wärme im Sommer auffallen mufs,
sich noch mehr herausstellt, wenn man findet, dafs die m
lere Temperatur der drei Sommermonate nicht weniger
16°,69 C. betrug. Zu Edmonton-House unter 54° N. B.
113° W. L. war in dem einzigen Monat Januar 1827 das
ximum 5°,56 und das Minimum — 32°,77, im Monat Feb
aber waren beide Gröfsen 8°,33 und — 31°,66; zu Carl
House unter 52° 51′ N. B. und 106° 13′ W. L. war im J
1827 das Minimum im März noch — 32°,21 und dennoch
reichte das Thermometer im Mai schon 23°,89, ein Schw
ken der Temperatur, wie man es in Europa unter ähnli
Breiten kaum für möglich zu halten vermag. Zu Pene
guishene unter 44° 48′ N. B. und 80° 40′ W. L. am Huro
See wurden zwar vom Mai 1825 bis April 1826 als Extr
nur 25°,22 im Juli 1825 und — 9°,08 beobachtet, TODD
sichert jedoch, dafs die Wärme dort zuweilen bis 32°,3
steigen pflege, worauf dann Gewitter mit Regen und d
nächst Kälte folge, die Kälte aber leicht bis — 28°,88 he
ter gehe und einmal sogar — 35°,54 erreicht habe. Der
tritt der Kälte beginnt mit Schnee, welcher bis zu drei
Höhe fällt und unter welchem dann der Boden nicht gef

---

1 Narrative of a Journey to the shores of the Polar-Sea, i
years 1819, 20, 21 and 22. Lond. 1823. 4. p. 643.

2 Narrative of a second Expedition to the shores of the P
Sea in the years 1825, 26 and 27 by John Franklin. Lond. 18
App.

us PARRY's[1] meteorologischen Registern kennen wir die
e der Temperatur zu Port Bowen unter 73° 15′ N. B.
var fiel das Maximum im Jahre 1824 auf den 29sten
iit 1°,11, das Minimum auf den 2ten März mit — 42°,77
eit gröfser aber ist der Abstand der Extreme, wie ich
den Tabellen des Capitain Ross[2] aufgezeichnet finde,
höchste Temperatur zu Felix Harbour unter 70° N. B.
° 53′ W. L. mit 21°,11 im Juli 1830 und die tiefste
50°,83 im Januar 1831 angegeben worden ist. Dort war
lte so unglaublich, dafs das Thermometer in 136 Ta-
:ht bis zum Nullpuncte der Fahrenheit'schen Scale oder
7°,78 stieg. Wahrscheinlich bezieht sich das angegebene
ım nur auf die bestimmten Beobachtungsstunden, ohne
olut gröfste erlebte Kälte anzugeben, wenigstens mufs
der Fall seyn, wenn eine Angabe von BERGHAUS[3]
ist, wonach das Minimum der beobachteten Tempera-
52°,23 C., ja einmal sogar — 68°,61 betragen haben soll,
s dann die gröfste jemals gemessene Kälte seyn würde.
nd allerdings berechtigt, dort so hohe Kältegrade an-
ıen, da sie unter niederen Breiten fast ebenso sind.
n überzeugen uns die Resultate der Beobachtungen des
n BACK, welchen seine seltene Freundschaft bewog,
ldenmüthigen, fast allzukühnen Ross mit eigener Le-
fahr und unter den drückendsten Beschwerden aufzusu-
Es ist in der That interessant, die bei dieser Gelegen-
ı Fort Reliance unter 62° 46′ 29″ N. B. und 109° 0′ 38″
L. vom Nov. 1833 an gemessenen Temperaturen, bei
leider die drei Sommermonate fehlen, zu überblicken,
swegen habe ich die monatlichen Maxima und Minima
deren Unterschieden oben §. 93 bereits mitgetheilt. Dort
51° C. als tiefste Temperatur angegeben, gleichfalls die
ı Beobachtungsstunden gemessene und sonach in die Re-
aufgenommene, die beobachtete absolut gröfste Kälte be-
ber am 17ten Jan. 1834 nicht weniger als — 56°,7 C.

---

[1] Journal of a third Voyage for the discovery of a North-West
: cet. Lond. 1826. 4.

[2] Narrative of a second Voyage in search of a North-West
e cet. Lond. 1835. 4. App. Text p. 632.

[3] Annalen der Länder- und Völkerkunde 1834. Juni. S. 274.

ARAGO[1] bemerkt dabei, dafs die Temperatur des Himmel- raumes, die zwischen — 52° und — 53° angenommen wir geringer seyn müsse, als die tiefsten auf der Erde gemessene Temperaturen, allein POISSON hält es für möglich, dafs di Atmosphäre kälter sey als der Himmelsraum, eine Hypothes die schwerlich Beifall finden dürfte, wie denn überhaupt di schwach begründete Annahme einer in jenen unbekannten Re- gionen herrschenden constanten Temperatur mit den angege- benen Messungen nicht wohl vereinbar scheint.

ι) Bestimmung der jährlichen mittleren Temperatur.

Aus den bisher zusammengestellten Thatsachen geht un- zweifelhaft hervor, dafs die jährliche mittlere Temperatur de verschiedenen Orte keineswegs ausschliefslich von den Breiten- graden derselben abhängt, aufserdem aber weder alle Jahre sic gleich ist, noch stets den nämlichen Gang befolgt. Es m die Betrachtung des ersteren Satzes dem folgenden Abschn vorbehalten bleiben, um hier zuerst den Gang der jährliche nach gewissen Perioden veränderlichen Wärme kennen zu le nen. Verschiedene Gelehrte haben seit der durch AL. v. HU- BOLDT und L. v. BUCH gegebenen Anregung des Eifers f diese streng wissenschaftlichen Forschungen schätzbare Be- träge zu diesen Untersuchungen geliefert, am vollständigs und gründlichsten ist aber die ganze Aufgabe durch KAMT behandelt worden, und es wird also dem vorliegenden Zwecke a besten genügen, wenn ich die durch ihn erhaltenen Resul ihrem wesentlichen Inhalte nach mittheile.

118) Man ist im Allgemeinen gewöhnt anzunehmen, d die Wärme von ihrem tiefsten Puncte, den sie meistens a Anfange des Jahres erreicht, allmälig wächst, in der M des Jahres den höchsten Grad erlangt, den sie etwas läng mit einigen Schwankungen beibehält, um dann schneller wie- der zum Anfangspuncte zurückzukehren, wonach sie also ein der täglichen Wärme ähnliche Curve beschreiben mufs. D

1 Compte rendu de l'Acad. des Sc. 1836. N. XXIV. p. 575. P gendorff Ann. XXXVIII. 235.

2 Meteorologie. Th. I. S. 117 ff.

Ueberlegung gewahrt man bald, dafs beide Arten des
ens Folge des regelmäfsig wechselnden Standes der
sind, und hieraus ergiebt sich dann sofort, dafs der
e Wechsel nur aufserhalb der Wendekreise unter mitt-
ıd höheren Breiten statt finden kann, statt dafs unter
ıquator selbst ein zweifacher Uebergang vom Maximum
inimum vorhanden seyn müfste. Allerdings stellen sich
altend fortgesetzten Beobachtungen beide Paare der Ex-
lort heraus, und es würden sich hierüber noch be-
re Resultate erhalten lassen, wenn wir aus Orten in
r Entfernung vom Aequator hinlänglich lange anhaltende
ıtungen benutzen könnten. Inzwischen hängen die
l der Temperatur in jenen Gegenden so sehr von an-
igen Bedingungen, namentlich den Windrichtungen und
ränderungen des Feuchtigkeitszustandes der Atmosphäre
ıfs dadurch die Regelmäfsigkeit der Wechsel gröfsten-
verschwindet. Um aber zu sehn, wie der doppelte
e Wechsel allmälig in einen einfachen übergeht, stelle
monatlichen Mittel aus Orten diesseit und jenseit
ıuators tabellarisch zusammen und wähle dazu die vom
nter 33° 55′ 15″ S. B. nach Beobachtungen von 1810,
nd 1812, von Isle de France unter 20° 9′ 45″ S. B. nach
Geofroy[2] aus 8jährigen Beobachtungen, von Batavia
° 12′ S. B. nach Dr. Kriel[3], zu Seringapatam unter
N. B. 76° 51′ östl. L. nach Foggo[4], zu Hawaii unter
N. B. 155° 15′ W. L. nach den Beobachtungen der Mis-
[5], zu St. Croix auf Teneriffa unter 28° 28′ 30″ N. B.
48″ W. L. nach F. Escolar[6] und zu Funchal auf
ı unter 32° 38′ N. B. 16° 56′ W. L. nach Heineken[7].

Freycinet Voyage. T. I. p. 352.
Ebend. p. 367.
Edinburgh Phil. Journ. N. XII. p. 351.
Edinb. Journ. of Science. N. X. p. 256.
Ebend. p. 370.
Edinburgh Phil. Journ. N. XIX. p. 187.
Edinburgh Journ. of Sc. N. XIX. p. 73.

Monat	Cap-stadt	Isle de France	Bata-via	Seringa-patam	Ha-waii	St. Croix	Fun-chal
Januar	24°,39	28°,48	26°,11	22°,52	21°,11	17°,69	14°,[illegible]
Februar	23,22	28,26	26,67	26,49	21,67	17,94	14,[illegible]
März	21,81	27,56	26,67	27,62	22,22	19,54	16,[illegible]
April	19,30	26,52	26,11	29,71	22,78	19,62	16,[illegible]
Mai	15,73	24,06	26,67	30,27	24,44	22,29	18,[illegible]
Juni	14,29	21,91	25,00	26,67	25,56	23,27	20,[illegible]
Juli	14,64	21,42	25,56	24,64	25,56	25,15	22,[illegible]
August	15,78	21,14	26,11	23,05	26,11	26,05	22,[illegible]
September	16,30	22,23	26,11	25,41	25,56	25,24	21,[illegible]
October	17,46	23,45	25,00	26,11	25,56	23,70	19,[illegible]
November	21,21	25,68	23,89	24,58	24,44	21,35	16,[illegible]
December	22,27	27,59	26,11	23,05	22,22	19,06	15,[illegible]

Unter diesen Orten zeigt kaum Batavia einen doppe[illegible] Wechsel, aufser dem abermaligen Sinken der Temperatur i[illegible] October und November, wobei im Gegensatze das Steigen de[illegible] selben im October zu Seringapatam sich bemerklich macht[illegible] Isle de France und Hawaii, obgleich noch innerhalb der We[illegible] dekreise, ist schon der Uebergang von einem Maximum zu [illegible] nem Minimum kenntlich. Bezieht sich die Untersuchung [illegible] auf Orte unter mittleren und höheren Breiten, so tritt ne[illegible] einiger Unregelmäfsigkeit in den Schwankungen der Gang [illegible] Wärme von einem Maximum zu einem Minimum stets sichtb[illegible] hervor. Cotte[1] folgert aus seinen zahlreichen Beobachtung[illegible] hinsichtlich des mittleren Ganges der jährlichen Temperatur [illegible] Frankreich, dafs die mittlere Wärme vom Frühlinge bis [illegible] Sommersolstitium 6°,75 C. geringer ist, als die vom Somm[illegible] solstitium bis zur Herbstnachtgleiche. In jener Periode [illegible] dann die höchste Temperatur auf den 9ten Juni fallen [illegible] 20°,75 C. betragen, in dieser aber auf den 19ten August [illegible] 24°,25, dagegen die niedrigste in jener mit 5°,25 auf [illegible] 24sten März, in dieser mit 16°,62 auf den 16ten Septe[illegible] Auf gleiche Weise fand er die mittlere Temperatur vom W[illegible] tersolstitium bis zur Frühlingsnachtgleiche um 5° geringer, [illegible] die vom Herbstäquinoctium bis zum Wintersolstitium, w[illegible] die gröfste Wärme für die erste Periode mit 7°,85 auf d[illegible] 17ten März, für die zweite mit 17°,9 C. auf den 22sten S[illegible]

1 Journ. de Phys. T. XLI. p. 368. XLIV, 233.

fällt, die beiden Minima dagegen von — 1° C. und
llen auf den 5ten Januar und den 5ten December. Als
r Zeitpunct der gröfsten Hitze und gröfsten Kälte end-
. der von 6 Wochen nach den beiden Solstitien gelten.
rfen also nach dem Resultate vieler verglichenen Be-
ngen für alle Orte unter mittleren und höheren Brei-
en einmaligen Wechsel als Regel für die jährliche
-Curve annehmen. Um diese genauer zu bestimmen,
ıTz die monatlichen Mittel der Beobachtungen an vie-
en unter verschiedenen südlichen und nördlichen Brei-
nentlich zu Enontekis, Christiania, Upsala, Fort Sul-
Manchester, Paris, Turin, Padua, Rom, Capstadt, Fort
n und Abusheher zusammengestellt und nach der mehr-
en, oben §. 76 bereits angegebenen Formel berechnet.
ıan jedem Monate eine Länge von 30 Tagen und heifst
dem nten Monate entsprechende Temperatur, die so-
n 15ten Tage deselben zugehört, so ist

$$_n = t + u \,\mathrm{Sin.}(n.30^\circ + v) + u' \,\mathrm{Sin.}(n.60^\circ + v').$$

as Jahr aber mit dem ersten Tage des Januars ange-
so ist

$$-u\,\mathrm{Sin.}[(n+\tfrac{1}{2})30^\circ + v - 15^\circ] + u'\,\mathrm{Sin.}[(n+\tfrac{1}{2})60^\circ + v' - 30^\circ].$$

Tage, an denen die mittlere Temperatur = t eintritt,
$_n = t$ und also

$$n.[(n+\tfrac{1}{2})30^0 + v - 15^0] + u'\,\mathrm{Sin.}[(n+\tfrac{1}{2})60^\circ + v' - 30^\circ],$$

Extreme aber ist

$$\mathrm{s.}[(n+\tfrac{1}{2})30^\circ + v - 15^\circ] + 2u'\,\mathrm{Cos.}[(n+\tfrac{1}{2})60^\circ + v' - 30^\circ].$$

[1] hat für alle die angegebenen Orte die monatlichen
aturen nach Bestimmung der Constanten berechnet, wo-
gröfste wahrscheinliche Fehler nicht mehr als 0°,629
ıontekis) beträgt, und es ergiebt sich dann aus der
Uebereinstimmung aller der erhaltenen Formeln unter
s merkwürdige Resultat, dafs die Ab- und Zunahme
ärme für alle mittlere Temperaturen von — 2°,86 bis
sehr nahe das nämliche Gesetz befolgt. Zuerst findet
ann, dafs u bis auf einen unmerklichen Unterschied
M — m) ist, wenn M das Maximum und m das Mini-

Meteorologie. Th. I. S. 123. Vergl. Schweigger Jahrb. LV.
ff.

mum bezeichnen, ferner weichen die Hülfswinkel v so wen
von einander ab, dafs die Unterschiede füglich als Folge d
noch immer unvollkommenen Beobachtungen gelten könne
und somit kann der mittlere Werth $v = 248° 54'$ als allg
mein richtig gelten. Gröfsere Abweichungen zeigen die Co
stanten u' und v', weil diese theils einen geringeren Einfl
auf die Bestimmung der mittleren Wärme haben, sie se
aber durch die Unregelmäfsigkeiten im Gange der Temper
stärker afficirt werden. Wird aber auch u' als eine Functio
von $M - m$ angenommen und $u' = p\,(M - m)$ gesetzt, so g
ben die Mittel der für die einzelnen Orte aufgefundenen Fo
meln $u' = \frac{1}{30}(M - m)$ und $v' = 353° 46'$, wonach die o
gegebene Formel für die dem nten Monate zukommende mit
lere Temperatur folgende bequeme Gestalt erhält

$$T_n = t + \tfrac{1}{2}(M - m)\,\mathrm{Sin.}\,[(n + \tfrac{1}{2})\,30° + 248° 54'] + \tfrac{1}{30}(M - m)\,\mathrm{Sin.}\,[(n + \tfrac{1}{2})\,60° + 353° 46'].$$

Vermittelst dieser Formel hat Kämtz für die oben angegeb
Orte die Tage aufgesucht, an denen die Maxima und Minima
finden, und da die ersteren zwischen dem 18ten Juli und d
4ten August, die letzteren zwischen dem 3ten und 24
Januar schwanken, so kann man im Mittel den 26sten Ju
heifsesten und 14ten Januar als kältesten Tag betrachten, d
nen dann auf der südlichen Halbkugel umgekehrt der 14
Januar und der 26ste Juli entsprechen. Auf gleiche W
schwanken die Tage der jährlichen Mittel zwischen dem 1
April und 3ten Mai, so wie zwischen dem 14ten und 2
October, welches als Mittel den 24sten April und 21
October giebt. Diese Tage hat schon früher v. Humboldt[1]
Beobachtungen annähernd bezeichnet und übereinstimmend
Kirwan[2] gefolgert, dafs die mittlere Temperatur jedes die
Monate der jährlichen mittleren sehr nahe kommen mufs. Ki
hat aber genauer bestimmend gezeigt, dafs der Monat Ap
die jährliche mittlere Temperatur etwas zu klein, der Oct
dagegen etwas zu grofs giebt, beide vereint aber die Abw
chungen bis auf einen verschwindenden Antheil wieder a
gleichen[3].

---

1 Mém. d'Arcueil. T. III. p. 554.

2 Physisch-chemische Schriften von Crell. Th. III. S. 1

3 Nach Quetelet in Mém. sur les Variations diurne et an

)) Für die praktische Anwendung haben diese Resultate
en geringen Nutzen, könnten sogar zu bedeutenden
rn führen, wenn man glaubte, die Maxima und Mi-
ifsten jedes Jahr und an jedem Orte auf die angege-
age fallen oder man bedürfe nur der Beobachtungen
eines der genannten Monate, um die mittlere jähr-
mperatur zu erhalten. So weit darf man, wie sich
st versteht, die im Allgemeinen richtige Regel nicht
n; denn wir hatten namentlich 1837 einen so kalten
d 1834 einen so warmen October, dafs hieraus be-
unrichtige Bestimmungen hervorgehn müfsten. Weit
e Resultate würde man schon durch die Vereinigung
lonate erhalten. Inzwischen gehören die eben ange-
Jahre ohnehin zu den absichtlich gewählten abwei-
, die Untersuchung soll vorzüglich nur den im All-
n regelmäfsigen Gang der jährlichen Temperatur nach-
und wäre es gleich sehr gewagt, aus der Wärme ei-
elnen Tages die mittlere ganzjährliche bestimmen zu
so läfst sich doch aus Beobachtungen eines oder meh-
onate die mittlere jährliche Temperatur um so richtiger
je gröfser die Zeit ist, welche die Beobachtungen um-
Kämtz ist durch diese Beobachtungen zu einem in-
öchst fruchtbaren Resultate gelangt, als es uns in den
tzt, die mittleren jährlichen Temperaturen derjenigen
sehr genäherten Werthen aufzufinden, an denen Rei-
ur einige Monate Beobachtungen angestellt haben. Ge-
wären von einem gegebenen Orte A nur dreimonatli-
obachtungen vorhanden und man wollte daraus die
M—m finden, so dient dazu folgendes Verfahren. Es
Temperatur am Orte A

im Januar	= 10°,78		
im Mai	= 17,71	Unterschied	= 6°,93
im September	= 21,57	- -	= 3,86
		Summe der Unterschiede	= 10°,79.

mpérature cet. p. 19. fällt zu Brüssel und Maestricht das Ma-
uf den 15,6 Juli, das Minimum auf den 12,9 Januar, die bei-
tel aber auf den 17,6 April und 14,0 October; nach Beobach-
uf dem Observatorium zu Brüssel von 1833 bis 1836 sind diese
mine der 14,4 Juli, 12,0 Januar, der 25,8 April und 18,6

An einem andern Orte B, wo die Gröfse $M' - m'$ bekannt ist, war die Temperatur

im Januar	$= 7^\circ,78$		
im Mai	$= 17,77$	Unterschied	$= 9^\circ,99$
im September	$= 20,76$	- -	$= 2,99$
		Summe der Unterschiede	$= 12^\circ,98.$

Für B ist $M' - m' = 15^\circ,89$, mithin ist für A die Gröfse $M - m = 15^\circ,89 \times \frac{10,79}{12,98} = 13^\circ,34$. Wird dieser Werth in die zuletzt angegebene Formel eingeführt, da T_n für die Monate Januar, Mai und September bekannt ist, so ergiebt sich die mittlere Temperatur, und wenn diese x heifst, so ist aus den erhaltenen Werthen von T_n im

Januar	$10^\circ,78$	$= x - 6^\circ,40,$
Mai	$17,71$	$= x + 2,24,$
September	$21,57$	$= x + 4,16.$

Die Summe durch 3 dividirt giebt $x = 16^\circ,69$. Die so gefundene mittlere Temperatur weicht in den von Kämtz geprüften Fällen von der aus ganzjährigen Beobachtungen erhaltenen nur unmerklich ab. Kämtz hat ein noch einfacheres Verfahren angegeben, um aus der bekannten Gröfse $M - m$, wenn diese aus den Beobachtungen einzelner Monate auf die eben gezeigte Weise gefunden worden ist, die mittlere jährliche Temperatur zu finden. Bei dem regelmäfsigen Gange der Wärme mufs es nämlich einen constanten Factor geben, welcher mit $M - m$ multiplicirt diejenige Gröfse giebt, die zu jeder monatlichen Temperatur addirt oder von ihr subtrahirt die ganzjährliche mittlere giebt. V. Horner in Zürich hat diese Factoren berechnet und das Zeichen + oder — bestimmt, ob das erhaltene Product (aus $M - m$ und dem Factor) zu der gegebenen monatlichen addirt oder von ihr subtrahirt werden soll.

Januar	+ 0,4837	Mai	— 0,1698	September	— 0,3135
Februar	+ 0,4233	Juni	— 0,3849	October	— 0,0388
März	+ 0,2743	Juli	— 0,5107	November	+ 0,2368
April	+ 0,0658	August	— 0,4902	December	+ 0,4241.

120) Die Anwendung dieser Hülfsmittel setzt einen regelmäfsigen Gang der jährlichen Temperatur voraus, welcher

ıicht immer statt findet, denn wie die Curve der tägli-
irme ausnahmsweise bedeutende Abweichungen von der
ichen Regel zeigt, ebenso ist dieses auch bei derje-
:r Fall, welche den Gang der jährlichen bezeichnet.
ı[1] hat zuerst diesen Gegenstand einer näheren Prü-
erworfen, woraus sich ergiebt, dafs die Curve der
ı Wärme, wenn man die mittleren Temperaturen von
Tagen als Ordinaten anwendet, noch bedeutende Un-
ıigkeiten zeigt, es sey denn, dafs die mittleren Wer-
vieljährigen Beobachtungen genommen werden, in wel-
le eine gröfsere Regelmäfsigkeit zum Vorschein kommt,
ı dann der Fall ist, wenn man sich der Mittel von
) Tagen bedient. Um dieses darzuthun, hat Bran-
fünftägigen Mittel mehrjähriger Beobachtungen zu Pe-
Stockholm, Cuxhaven, Zwanenburg, London, Mann-
'ien, St. Gotthard, Rochelle und Rom in einer Ta-
ammengestellt, denen Kämtz[2] noch die zu Königs-
ıris, Carlsruhe und Frankfurt a. M. hinzugefügt hat;
ıch die Resultate der einzelnen Jahre von diesem all-
Mittel stets noch zu sehr abweichen, als dafs sich
, der Temperatur nach der allgemeinen Regel mit nur
der Sicherheit im voraus bestimmen liefse, so begnüge
, die für die Theorie wichtigen Hauptgesetze mitzu-
Von Anfang Januars an nimmt die Kälte meistens
'as zu, bis die Wärme von der Mitte dieses Monates
, vom 12ten bis 17ten Februar an jedoch wieder et-
mmt, demnächst wieder steigt, im März aber durch
kalte Luftströmungen abermals zurückgehalten wird,
ı Einflufs um so viel später zeigen, je weiter die Orte
entfernt liegen. Von Mitte März an steigt die Wär-
:ller, als gegen die Zeit des längsten Tages, und im
nen lassen sich zwei Perioden der gröfsten Hitze, die
letzten Drittel des Juli, die zweite geringere gegen
· des August annehmen. Inzwischen hat Kämtz über-
dargethan, dafs durch die Vereinigung vieljähriger
ungen diese doppelte Periode verschwindet und der
Tag zwischen den 25sten Juli und 3ten August fällt.

---

[1] :iträge zur Witterungskunde. Leipz. 1820. 8. S. 1 ff.
[2] eteorologie. Th. II. S. 50.

Von hier an nimmt die Wärme regelmäſsiger ab, jedoch lan
sam, und erhält sich, namentlich im September, wegen her
schender südlicher Luftströmungen, oft eine längere Zeit co
stant. Die Beschaffenheit der Curve der jährlichen Wärme u
ter niedrigen und hohen Breiten ist aus den monatlichen mi
leren Temperaturen zu entnehmen.

ζ) Isothermen.

121) Die bisherigen Untersuchungen zeigen genüge
daſs die mittlere Wärme der einzelnen Orte nicht übe
gleichmäſsig mit der Entfernung vom Aequator nach den P
len hin abnimmt; auch sind schon[1] die durch AL. v. Hu
BOLDT angegebenen *Isothermen*, *isothermischen Linien* (lign
isothermes) genannt worden, durch welche diese Ungleichhe
sehr anschaulich dargestellt werden. Wenn wir diesen G
genstand hier nochmals, mit Berücksichtigung der neueren hi
über gemachten Erfahrungen, in nähere Betrachtung ziehn,
verdient sogleich im Eingange berücksichtigt zu werden,
selbst die Temperatur unter dem Aequator nicht überall
selbe, sondern unter den verschiedenen Längengraden ungl
ist. Man hat viele Mühe darauf verwandt, die mittlere W
me unter dem Aequator genau zu bestimmen, um dann d
einen allgemeinen analytischen Ausdruck die mit den Brei
graden abnehmende Wärme zu bezeichnen. A. v. HUMBO
bestimmte in seine gelehrten Untersuchungen über die iso
mischen Linien[2] die mittlere Temperatur unter dem Aeq
im Niveau des Meeres zu 27°,5 C.; KIRWAN hatte sie = 28
angegeben, BREWSTER für Africa zu 28°,22, für Asien
America aber zu 27°,5. Hiergegen erklärte sich ATKINS
und erhielt mit Anwendung der Methode der kleinsten Q
drate aus v. HUMBOLDT's eigenen Angaben im Mittel 29
Dieser Einwurf zog eine abermalige Untersuchung der F
durch BREWSTER[4] nach sich, woraus das Resultat hervorg
daſs v. HUMBOLDT's Angabe der Wahrheit so nahe kom

---

1 S. Art. *Erde*. Bd. III. S. 1006.
2 Mém. de la Soc. d'Arcueil. T. III. p. 512.
3 Transact. of the Astron. Soc. T. II. p. 137 ff.
4 Edinburgh Journ. of Science N. XI. p. 117.

glich, indem dabei die Temperaturen zu Senegambien, Batavia und Manilla, reducirt nach der Formel

$$\text{Aequatorial-Temp.} = \frac{\text{Beob. Temp.}}{\text{Cos. Lat.}}$$

ınde gelegt worden seyen, statt dafs ATKINSON blofs die ıischen Beobachtungen benutzt habe. Aus einer aberma- üfung der genauen Beobachtungen zu Ceylon, Batavia waii geht aber unverkennbar hervor, dafs die Tempe- ıter der Linie nicht mehr als 27°,5 betragen könne. ıit gründlichere Prüfung der gemachten Einwürfe hat HUMBOLDT[1] selbst angestellt. Hierin zeigt er zuerst, der Frage über die mittlere Temperatur unter der Li- enn man sich zu beiden Seiten um etwa 3 Breiten- tfernt, vorzüglich die Wärme des Oceans zu berück- sey, da kaum ein Sechstel dieser Zone aus Land be- Auf beiden Seiten der Linie in 2°,5 bis sogar 6° Ab- fft man einzelne Puncte, wo die Temperatur des Mee- r bis 30°,6 steigt, allein unter der Linie selbst, und ch in atlantischen Ocean, beträgt die Wärme des ıicht mehr als 28°,47 und die Luft über demselben 1° bis 1°,5 kälter. Wenn ATKINSON ein hiervon ab- des Resultat erhielt, so lag die Ursache darin, dafs ıltate der Beobachtungen wegen der Höhe und der orrigirt wurden, wofür die Gesetze noch keineswegs änglicher Schärfe bestimmt sind. Es folgt dann nicht, mittleren Temperaturen nach beiden Seiten von die- S. B. und 3° N. B. einschliefsenden Zone gleichmäfsig n, weil hierbei Localitäten mitwirken. So ist die Wärme von Cumana[2] unter 10° 17′ N. B. = 28°, dürre umgebende Ebene viele Wärme verbreitet, so ɔ bei gröfserer Annäherung zum Aequator die Tem- durch gröfsere Feuchtigkeit in Folge der Waldungen ıbnimmt. BREWSTER[3] wählte zur abermaligen Ermit-

---

dinburgh Journ. of Science. N. XI. p. 136. Vergl. Essai po- ır l'Isle de Cuba. 1825. T. II. p. 79.

lach genaueren Bestimmungen beträgt sie nur 27°,5 C., ohne es der Richtigkeit des hier aufgestellten Satzes Abbruch thut. e.

Edinburgh Journ. of Science. N. XV. p. 60. Vergl. Wiener ft Th. IV. S. 335. Bibl. univ. T. XVII. p. 259.

telung der mittleren Temperatur unter dem Aequator drei
gelegene Orte, Singapore unter 1° 24′ N. B., Malacca u
2° 16′ und Prinz-Wallis-Insel unter 5° 25′ N. B., von de
mehrjährige genaue Beobachtungen vorhanden sind. Diese
hörig reducirt, um die richtige mittlere tägliche Wärme
erhalten, geben die Temperatur unter dem Aequator
26°,34 C., und da die vier Orte Ceylon, Batavia, H
und die Halbinsel Malay sie gleichfalls nur = 26°,85 g
so hat v. HUMBOLDT ganz recht, wenn er annimmt, sie
trage im Mittel nicht mehr als 27°,5, wobei jedoch bea
werden mufs, dafs sie im Innern von Africa am höchsten
was BREWSTER bei der Bestimmung seiner klimaterischen F
mel nicht unberücksichtigt gelassen hat.

122) Da die Temperatur mit der Entfernung vom Aeq
tor abnimmt, so war man stets bemüht, das Gesetz dieser
nahme aufzufinden, nicht sowohl um ohne Beobachtung
mittlere Wärme der Orte auf beiden Hemisphären zu w
als vielmehr um die aus der zunehmenden Schiefe der
fallenden und daher stets weniger erwärmenden Sonnenstr
theoretisch abgeleiteten Folgerungen durch die Erfahrung
prüfen. Hätte man die mittlere Temperatur eines der
namentlich des nördlichen, worauf sich alle diese Untersu
gen beziehen, durch Erfahrungen aufzufinden vermocht
wäre dieser zugleich der eigentliche Punct der gröfsten
wie man früher anzunehmen pflegte, so hätte sich leicht
mittelst einiger zwischenliegender Puncte die Curve der
nehmenden Wärme bestimmen lassen, allein da diese
dingungen, namentlich die erstere, die man früher als die
zige betrachtete, fehlten, so mufste man umgekehrt die T
peratur des Poles aus dem Gesetze der Wärmeabnahme
zunehmenden Breiten zu ermitteln suchen. Die Bemühungen
Gelehrten um die Auffindung dieses Gesetzes sind bereits erw
worden[1], im Ganzen aber belohnt sich jetzt die Mühe
die hierüber aufgestellten Theorieen von HALLEY[2], MAIR

1 S. *Erde*. Bd. III. S. 993.

2 Philos. Trans. for 1693.

3 Mém. de l'Académie. 1719 u. 1765.

er[1], Lambert[2], Tob. Mayer[3] und Kirwan[4] genauer zu lernen, weil alle auf die unrichtige Voraussetzung inzigen Kältepoles gegründet sind. Wir können uns o nur an die Untersuchungen der neueren Zeit halten. v. Humboldt[5] hat das Gesetz der Wärmeabnahme unehmenden Breiten von einer interessanten Seite auf- Dafs dieselbe dem Quadrate des Cosinus der Breite emeinen proportional sey, ist wohl in Gemäfsheit der vorhandenen theoretischen Gründe nicht in Abrede zu und hieraus folgt dann schon von selbst, dafs sie zwilem 40sten und 50sten Breitengrade am gröfsten sey. nahme der mittleren Temperatur beträgt

estlichen Theile des alten Continents	im östlichen Theile des neuen Continents
bis 30° N.B. ... 4°,00 C.	von 20° bis 30° N.B. ... 6°,25 C.
— 40 — ... 4,50 -	— 30 — 40 — ... 7,12 -
— 50 — ... 7,12 -	— 40 — 50 — ... 9,00 -
— 60 — ... 5,50 -	— 50 — 60 — ... 7,25 -

Umstand," sagt v. Humboldt, „hat wohlthätig auf ulturzustand der Völker gewirkt, welche jene milden, em mittleren Parallelkreise durchschnittenen Gegenden nen. Dort grenzt das Gebiet des Weinbaues an das der Oelbäume und der Orangen. Nirgend anders auf Erdboden sieht man (von Norden gegen Süden fortend) die Wärme schneller mit der geographischen Breite men; nirgend anders folgen schneller auf einander die iedenartigsten vegetabilischen Producte, als Gegenstände arten- und Ackerbaues. Diese Heterogeneität belebt die rie und den Handelsverkehr der Völker."

zwischen geht aus der Zusammenstellung der ungleichen abnahme an der Westküste des alten und an der Ostes neuen Continents schon genügend hervor, dafs ein schaftlicher Ausdruck für beide nicht statt finden kann,

---

Comment. Petrop. T. II.
Pyrometrie oder vom Mafse des Feuers und der Wärme. Berl.
De variationibus thermometri accuratius definiendis. Opp. . I.
Estimate of the Temperature of the Globe. chap. 3.
Poggendorff XI. 1 ff.

und dafs daher die bereits erwähnten Formeln, die diese Ver-
schiedenheit nicht einschliefsen und sich auf einen einzige
Kältepol beziehen, den Resultaten der Beobachtungen nicht
genügen können, wie dieses auch bei der durch Atkinson
zunächst in Beziehung auf America gegebenen der Fall is
wonach in Graden der Fahrenheit'schen Scale

$$T = 91°{,}08 \text{ Cos.}^{\frac{3}{2}} \text{ Lat.} - 10°{,}53$$

seyn soll. Diese Ansicht theilt auch Kämtz[2], welcher de
wegen die Formel von Kirwan[3] verwirft, wonach in Fahren-
heit'schen Graden

$$T = 84° + 53° \text{ Sin.}^2 \text{ Lat.}$$

seyn soll und deren sich Engeström[4] und Kupffer[5] z
Bestimmung der Bodentemperatur bedient haben. E. Schmidt
bringt für Centesimalgrade den Ausdruck:

$$T = a + b \text{ Sin. } 2 \text{ Lat.} + c \text{ Cos. } 2 \text{ Lat.}$$

in Vorschlag, bestimmt die Constanten aus den Messungen z
Cumana unter 10° 27′ = 27°,7, Paris unter 48° 50′ = 11
und auf dem Nordcap unter 71° 30′ = 0°,1 und erhält sona

$$T = 12°{,}6 + 0{,}6 \text{ Sin. } 2 \text{ Lat.} + 16{,}1 \text{ Cos. } 2 \text{ Lat.}$$

oder mit Weglassung des zweiten unbedeutenden Gliedes

$$T = 13°{,}67 + 17°{,}13 \text{ Cos. } 2 \text{ Lat.},$$

welcher jedoch nur für das westliche Europa pafst und w
nach die mittlere Temperatur des Aequators = 30°,8, des Po
aber — 3°,46 seyn würde. Kämtz kehrt zu der einfache
Formel, wonach

$$T = a + b \text{ Cos.}^2 \text{ Lat.}$$

gesetzt wird, zurück und bestimmt vermittelst der Beobach-
tungen an verschiedenen, unter zunehmenden nördlichen Breit
und einander nahen Meridianen liegenden, Orten die Constant
die aber nach den oben Abschn. δ. mitgetheilten Untersuchung
beträchtlich von einander abweichen müssen, ja selbst auf ein
Länderzuge, welcher von Cumana unter 10°, 17′ N. B. bis F
Sullivan unter 44° 44′ N. B. durch America hinläuft, ist es

1 Transact. of the Astronom. Soc. T. II. p. 137 ff.

2 Meteorologie Bd. II. S. 88.

3 Physisch-chemische Schriften. Berl. 1783. 8. Th. III. S. 15

4 Physiographiske Sällskapets Arsberättelse. Lund 1823. p.
Nach Kämtz.

5 Poggendorf XV. 181.

6 Mathem. u. phys. Geographie. Th. II. S. 356.

ı, auffallende Abweichungen der beobachteten und be-
en Werthe zu vermeiden. Inzwischen sind diese Unter-
gen wichtig, insofern sie zur genaueren Bestimmung der
n Wärme unter dem Aequator dienen, die hierdurch an
stküste Africa's = 27°,85, an der Ostküste America's
74, nach Messungen in Hindostan = 27°,62 und im gro-
ean = 27°,27 gefunden wird. Hierdurch findet v. Hum-
s Annahme eine gewichtige Stütze. Ob aber die mittlere
atur des Aequators nach der Meinung dieses Gelehrten im
der grofsen Continente gleichfalls nicht höher sey oder
r bereits erwähnten Ansicht von Brewster[1], welcher auch
beitritt, dort allerdings höher ist, darüber läfst sich
nicht früher entscheiden, als bis aus jenen Gegenden
nde Beobachtungen vorhanden sind; denn allerdings
amentlich in Africa die Wärme durch die Einwirkung
wechselnd ganz oder fast ganz lothrechten Sonnenstrah-
glaublich gesteigert, allein dagegen sinkt auch eben dort
issen Zeiten, und namentlich oft bei Nacht, die Tem-
bis zu einer Tiefe herab, die sie in America, und
ndere über dem Meere, nie erreicht, wie dieses im er-
n Abschnitte genügend nachgewiesen worden ist. Kämtz
war aus den Beobachtungen zu Kouka unter 12° 11′ N. B.,
bé in Darfur unter 14° 11′ N. B., zu Cairo unter 30°
3. und zu Tunis unter 36° 48′, die mittlere Temperatur
quators im Innern von Africa = 29°,22, und sie würde
höher geworden seyn, wenn die Messungen von Algier
enommen worden wären, allein hierbei sind die Beob-
gen an den ersten Orten zu sehr interpolirt, für den
n sind nur Beobachtungen um 7 Uhr Morgens und 2 Uhr
ittags vorhanden, die ein zu grofses Resultat geben, und
den beiden letzteren Orten sind für die Entscheidung
age nicht zuverlässig genug; denn entfernt man sich in
über den Wendekreis hinaus, so wird die Wärme durch
eifsen Luftströmungen allzusehr gesteigert, als dafs sich
naues Resultat erwarten liefse. Für die aufserhalb des
ekreises liegende Zone ergiebt sich gleichfalls aus den
reichen Bemühungen von Kämtz, „*dafs man genöthigt*
für Orte, die zu derselben Gruppe von Klimaten ge-

Edinburgh Journ. of Science. N. IV. p. 260.

„*hören, mehrere einzelne Ausdrücke zu entwickeln*,“ deren Constanten sehr verschieden sind, sich zu keinem allgemeinen Mittel vereinigen lassen und daher auch die Wärme des Poles höchst ungleich angeben. Inzwischen haben diese mühsamen Untersuchungen den grofsen Gewinn gebracht, dafs der eigentliche Lauf der *isothermischen Linien*, die v. HUMBOLDT sehr sinnreich zur Bezeichnung der Temperaturverhältnisse unter verschiedenen Breiten gewählt hat, hierdurch genauer und so genau, als die bis jetzt vorhandenen Beobachtungen erlauben, bestimmt ist. Dessenungeachtet müssen wir es aufgeben, aus dem Gesetze der Temperaturverminderung mit zunehmender Breite auf irgend einem von Süden nach Norden fortlaufenden Streifen der Erdoberfläche die Temperatur des Poles bestimmen zu wollen, weil die auf diese Weise erhaltenen Resultate nicht blofs ausnehmend verschieden sind, sondern auch mit unzweifelhaften Thatsachen im Widerspruch stehen. Dafs die Temperatur des Poles nicht = 0° C. seyn könne, wie T. MAYER, D'AUBUISSON und Andere annahmen, oder = — 0°,5 nach KIRWAN, geht aus der Lage der Isotherme von 0° C. einleuchtend hervor, die Bestimmung von — 3°,46 C. nach E. SCHMIDT könnte der Wahrheit näher kommen, allein sie ist blofs auf die Wärme-Abnahme an der Westküste des alten Continents gegründet. BREWSTER[1] legt später zu erwähnende Data zum Grunde und bestimmt sie hiernach zu — 11°,7. ARAGO[2] findet unter der Voraussetzung, dafs das Festland von Grönland bis zum Pole reiche, aus den Messungen zu Cumberland-House, Nain, Fort Enterprise, Winter-Island, Igloolik, und Melville — 52° C., aus denen zu Christiania, Edinburg und Eyafiord unter der Voraussetzung, dafs das Meer sich bis zum Pole erstrecke, — 18° C., und nimmt daher — 25° C. als ungefähres Mittel an. KÄMTZ endlich findet aus einer Linie, die durch Schottland und Island geht, die Temperatur des Poles = — 8°,35, aus einer an der Westküste von America hinlaufenden = — 7°,38 und aus einer an der Ostküste Asiens = — 8°,75 mit so genauer Uebereinstimmung, dafs das Mittel aus diesen drei Bestimmungen = — 8° C. der Wahrheit sehr nahe zu kommen scheint.

123) Die oben (Abschn. δ.) mitgetheilten Temperaturverhältnisse auf drei kenntlichen Streifen der Erdoberfläche, die

1 Edinburgh Journ. of Science. N. Ser. VIII. p. 316.

2 Ann. de Chim. et Phys. T. XXVII. p. 434.

om Aequator, oder eigentlicher von den Wendekreisen an,
dem hohen Norden erstrecken, führen unwidersprechlich
m Resultate, daſs die Wärme auf den beiden durch das
che und americanische Festland gehenden Länderstrecken
ınehmender Breite schneller abnimmt, als auf der durch das
ische Festland hinlaufenden, auf welcher zugleich die
che Küste Europa's liegt. Zu einem ähnlichen Resultate
Kämtz durch die Zusammenstellung der Temperaturen
t, die Parry und Franklin im nördlichen Theile Ame-
gemessen haben, aus denen, verglichen mit den Mes-
n bei und jenseit Spitzbergen, evident hervorgeht, daſs
sotherme von — 10° C. den geographischen Nordpol
mehr erreicht, sondern in einiger Entfernung von dem-
ı in sich selbst wieder zurückläuft, also einen kälteren
umgiebt, als der geographische Pol selbst ist. Am
sten hat Brewster[1] das Problem richtig aufgefaſst, nach-
bereits v. Humboldt die Unterscheidung des milderen
n-Klima's im westlichen Europa vom Continental-Klima
stlicher gelegenen Länder hervorgehoben hatte. Hierdurch
e die Vorstellung eines einzelnen Punctes gröſster Kälte,
ı sich alle Linien der abnehmenden Temperatur sonst
igt haben würden, schwinden, und es muſste deren zwei
ı, die durch Brewster genau bezeichnend *Kältepole*
nt wurden. Fernere Vergleichungen genau gemessener
peraturen unter zunehmenden Breitengraden führten Brew-
[2] zu dem Resultate, daſs die mittlere Wärme der Orte
er Westküste des alten Continents auf einem Länderzuge,
ıer vom Aequator aus von Funchal bis Cairo reicht, Ita-
und Frankreich in sich faſst, durch die Niederlande[3] über
and hinläuft und dann die skandinavische Halbinsel bis
einschlieſst, durch die Formel in Fahrenheit'schen Graden

$$T = 81°,5 \text{ Cos. Lat.}$$

annähernd ausgedrückt werden kann. In der That be-
n die gröſsten Abweichungen der beobachteten Werthe
den berechneten bei den 30 gewählten Orten nicht mehr

---

1 Edinburgh Philos. Trans. T. IX. p. 201.
2 Edinburgh Journal of Science. New Ser. N. VIII. p. 300.
3 Deutschland ist in den angegebenen Orten nicht mit begriffen,
ischen weicht die mittlere Temperatur daselbst bekanntlich von
in Frankreich nicht merklich ab.

als — 1°,76 F. (0°,976 C.) für Cairo und + 2°,88 F. (1°,6 C.) für Umeo, und es läfst sich aufserdem leicht erklären, dafs die mittlere Wärme zu Cairo wegen örtlicher Einflüsse zu grofs, die von Umeo aber zu klein gefunden wurde, wobei noch obendrein die Genauigkeit der Beobachtungen zweifelhaft scheinen könnte, da die Abweichung für das nördlicher und östlicher gelegene Uleo nur + 1°,11 F. (0°,616 C.) beträgt. Für die Zone von 70° bis 80° N. B. benutzte Scoresby seine zwar nur in den Sommermonaten angestellten Beobachtungen, die also für die Wintermonate interpolirt werden mufsten, und fand aus 650 Messungen für 76° 45′ N. B. die mittlere Temperatur = 18°,86 F. (— 7°,54 C.), für 78° N. B. aber 16°,99 F. (— 8°,33 C.) mit einer Abweichung von der Formel, welche nicht mehr als 0°,16 F. (0°,09 C.) und 0°,04 F. (0°,02 C.) beträgt, also füglich für verschwindend gelten kann. Mit Rücksicht auf den Einflufs des vielen unter dem Pole angehäuften Eises findet Brewster die Temperatur des Poles = — 15°,12 C. Brewster vergleicht aufserdem die durch v. Humboldt aus einer Menge von Beobachtungen gefundenen mittleren Temperaturen für die Parallelen von 30° bis 60° N. B. nebst den beiden durch Scoresby bestimmten mit den Resultaten seiner Formel und erhält folgende auf Centesimalgrade reducirte Gröfsen:

Grade N. B.	Mittlere Temp. Beob.	Berechn.	Untersch.
30°	21°,40	21°,42	+0°,04
40	17,30	16,90	— 0,40
50	10,50	11,32	+ 0,82
60	4,79	4,86	+ 0,07
76 45′	—7,31	—7,41	— 0,10
78	—8,33	—8,37	— 0,04

Die positiven und negativen Unterschiede heben sich fast auf und sind aufserdem so klein, dafs man sie füglich als Folgen von Beobachtungsfehlern oder örtlichen Einflüssen ansehen kann, woraus sich dann sogleich ergiebt, dafs die der Formel zum Grunde liegende mittlere Temperatur des Aequators = 81°,5 F. (27°,5 C.) die richtige seyn müsse. Ein ganz abweichendes Resultat der mittleren Temperaturen stellt sich aber heraus, wenn man die in der neuen Welt angestellten Beobachtungen mit den eben angegebenen zusammenstellt. Es ergeben sich dann für die verschiedenen Breitengrade folgende mittlere Temperaturen in Centesimalgraden.

	Mittlere Temp.		
Grade N. B.	Alte Welt.	Neue Welt.	Untersch.
30°	21°,40	19°,40	2°,00
40	17,30	12,50	4,80
50	10,50	3,30	7,20
60	4,79	—4,60	9,39

ıch würde der Pol eine Kälte haben, wie sie nach den Gegend von Spitzbergen angestellten thermometrischen ngen unmöglich statt finden kann.

24) Mit Recht bemerkt Brewster, daſs die Ursachen ıgleichen mittleren Temperaturen der Orte unter gleichen n höherer nördlicher Breite, aber verschiedenen Graden inge noch nicht theoretisch bestimmt sind und wir uns vorerst bloſs an die Beobachtungen halten müssen. Nach tischen Gründen müſste die Wärme dem Quadrate des ıs der Breite proportional abnehmen, weswegen auch die n Gelehrten der Formel von Tob. Mayer beipflichteten, :s bleibt immer merkwürdig, daſs der von Brewster ılte Ausdruck, worin die einfache Potenz des Cosinus reite enthalten ist, für den wärmsten Erdstrich an der :üste des alten Continents so genau mit der Erfahrung nstimmende Resultate giebt. Die auf dieser Strecke durch ngen gefundenen mittleren Temperaturen und die hieraus erte Wärme des Nordpols, verglichen mit den Resultaten Iessungen östlich und insbesondere westlich von diesem ıten Erdstriche, führten unwidersprechlich zu dem Resul- zwei *Kälte-Pole* oder *isothermale Pole*, wie sie auch nt werden, anzunehmen. Brewster versuchte daher, ıittlere Wärme der Orte durch die Formel

$$T = 82°,8 \text{ Sin. D.}$$

drücken, worin D den Abstand vom Kältepole bezeichnet 32°,8 als mittlere Temperatur unter dem Aequator ange- ıen wird, die dann zu dem Resultate führt, daſs die :re Temperatur unter dem Kältepole = 0° F. (— 17°,78 C.) müsse. Die Lage dieser Pole genau und ganz bestimmt ;eben, dazu fehlen die Beobachtungen, Brewster setzt h den transatlantischen (besser den westlichen oder ame- schen) in 100° westlicher Länge von Greenwich, den ıchen (oder östlichen) aber in 95° östl. Länge und beide)° N. B., wonach also der westliche etwa 5° nördlich

von Graham Moore's Bai in das Polarmeer, der östliche aber nördlich der Bai von Taimura unweit des Nord-Ost-Caps liegen müfste. Indem er dann unter diesen Voraussetzungen für eine Menge Orte die Temperaturen berechnet und die erhaltenen Werthe mit den durch Beobachtungen gefundenen vergleicht, zeigt sich allerdings eine sehr genaue Uebereinstimmung, wenn die mittlere Temperatur des asiatischen Poles zu 1° F. (— 17°,22 C.), die des americanischen aber zu — 3 ,5 F. (— 19°,7 C.) angenommen wird[1], wonach der analytische Ausdruck für diejenigen Orte, deren Temperatur aus ihrem Abstande vom asiatischen Pole gesucht wird, in Fahrenheit'schen Graden

$$T = 81°,8 \text{ Sin. } D + 1°$$

heifst, für diejenigen Orte aber, deren mittlere Temperatur aus ihrem Abstande vom americanischen Pole bestimmt werden soll,

$$T = 86°,3 \text{ Sin. } D - 3°,5,$$

wobei D den sphärischen Abstand vom Kältepole bezeichnet. Hiermit setzt dann Brewster die bereits erwähnte ungleiche Temperatur des Aequators in Verbindung, die in Africa ihr Maximum von 82°,8 F. (28°,22 C.), in Asien und America aber ihr Minimum von 81°,5 F. (27°,49 C.) haben soll; den Unterschied von 1°,3 F. (0°,73 C.) leitet er von den kalten Luftströmungen her, die von Canada und Sibirien aus dem Aequator zufliefsen. Hierbei stützt er sich namentlich auf einige Angaben von A. v. Humboldt[2], wonach in Folge der von der Hudsonsbai herkommenden Winde das Thermometer zu Vera Cruz bis 16° C. herabgeht und die temperirte Zone sich bis über den Wendekreis hinaus erstreckt. Auch an der Ostküste von Mexico mildern nördliche Luftströmungen die Hitze, so dafs das Thermometer bis 17° C. sinkt, ja die Temperatur erhielt sich zuweilen im Februar ganze Tage auf 21° zu Tabasco unter 18° N. B., während es zu Acapulco unter 16° 15' N. B., welches gegen die nördlichen Winde von Canada geschützt ist, 28° und 30° C. zeigte. Als eine durch solche

1 Nach den oben (δ) mitgetheilten thermometrischen Messungen in Sibirien mufs ich bezweifeln, dafs der westliche Kältepol der kälteste sey, vielmehr liefsen sich Gründe für das Gegentheil auffinden.

2 In Essai politique sur la nouvelle Espagne.

zungen der Polarluft erzeugte, durchaus ungewöhnliche unglaubliche Erscheinung wäre dann zu betrachten, dafs '. Jan. 1836 am Bord der Brigg Le Hussard neben Cuba, 23° N. B., das Thermometer auf — 12° C. sank, wenn s die Beobachtung richtig ist[1].

Brewster bemerkt zuletzt, dafs zwar gute Resultate er- werden, wenn man zwei Kältepole in gleichen Ab- en vom Aequator annimmt, allein es ist wohl möglich, die Beobachtungen noch genauer übereinstimmen, wenn sie in ungleiche Entfernungen vom Aequator und nicht 180 Grade von einander abstehend setzt, auch ihnen nicht ganz gleiche Temperatur zueignet. Auf jeden Fall en sich aus ihrer Annahme die zahllosen Anomalieen der ren Wärme an Orten unter gleicher Breite, indem diese blofs von der Einwirkung der Sonnenstrahlen abhängt, rn durch anderweitige Einflüsse bedingt wird. Auf gleiche haben vermuthlich auch die beiden magnetischen Pole ungleichen Abstand vom geographischen Nordpole, sind dem höchst wahrscheinlich einander nicht diametral ge- erstehend und nicht von gleicher Stärke. Behutsam sich Brewster über den Zusammenhang zwischen den kältesten Puncten der Erde und den Magnetpolen, wel- wie er meint, zwar nicht unmittelbar aus der Natur der gefolgert werden könne, sich aber zu auffallend heraus- als dafs er bei den naturphilosophischen Speculationen hen werden dürfe. Dafs dieses Zusammenfallen nur zu- sey, geht nach seiner Ansicht schon aus den durch 'ees nachgewiesenen Umläufen der magnetischen Pole , deren einer hierzu 1740, der andere aber 860 Jahre che. An diese allgemeine Idee knüpft Brewster dann ndere Hypothesen, namentlich die einer Wanderung der ole, ähnlich jener der magnetischen, weil ehemals die im westlichen Europa so viel gröfser gewesen sey und her wohl annehmen dürfe, dafs der jetzt durch Canada e thermische Meridian durch Italien gegangen sey. In- en sind diese und andere Vermuthungen seitdem nicht t worden, es fehlten damals dem wackern Gelehrten, Aufgabe über die thermischen Verhältnisse der Erde

[1] Compte rendu. 1837. T. I. p. 294.

einen bedeutenden Schritt weiter gefördert hat, diejenigen Thatsachen, nach denen er verlangte und durch deren Combination bedeutend mehr Licht über das Ganze verbreitet wird, wie im folgenden Abschnitte gezeigt werden soll.

125) Brewster hat später in seiner Zeitschrift die Resultate seiner Formel mit den durch Beobachtung gefundenen mittleren Temperaturen an den verschiedensten Orten verglichen, auch durch Andere ist dieses geschehn, und es zeigt sich hierbei allezeit eine so genaue Uebereinstimmung, dafs die Richtigkeit der Hypothese im Ganzen unverkennbar daraus hervorgeht. Insbesondere mufste die angedeutete Idee über das Zusammenfallen der magnetischen Curven mit den isothermischen um so gröfsere Aufmerksamkeit erregen, je genauer der Zusammenhang zwischen der Wärme und dem Magnetismus nach den neuesten Entdeckungen des Thermomagnetismus sich herausgestellt hat, wonach nicht ohne triftige Gründe der Magnetismus unserer Erde als das Resultat ihrer täglich wechselnden Erwärmung durch die Sonnenstrahlen und die hierdurch hervorgerufene Thermoelektricität betrachtet wird[1]. Am frühesten hat Hansteen[2], dieser mit den Erscheinungen des tellurischen Magnetismus so innig vertraute Gelehrte, auf den Zusammenhang der mittleren Temperatur der Orte und ihrer Lage gegen die magnetischen Pole aufmerksam gemacht, indem er es als unzweifelhaft betrachtet, „dafs die Temperatur in der Nähe von „drei Magnetpolen[3] weit geringer ist, als an andern Orten der „Erde unter einer und derselben Breite, und dafs die drei Erscheinungen, die gröfsere magnetische Intensität, die niedrigere „Temperatur und das Polarlicht, eine gemeinschaftliche dynamische Ursache im Innern der Erde haben.“ Der letzte Zusatz, wonach die Ursache des Magnetismus in das Innere der Erde gesetzt wird, steht im Zusammenhange mit Hansteen's bekannter Theorie, die jedoch ungeachtet des grofsen

1 Vergl. *Magnetismus*. Bd. VI. S. 1079.

2 Untersuchungen über den Magnetismus der Erde u.s.w. Christiania 1819. 4. Vorrede. Vergl. Poggendorff XXVIII. 583.

3 Diese sind der americanische, der sibirische und der unter der Südspitze von America liegende; der vierte ist aus Mangel an Beobachtungen noch nicht bestimmt; auch scheint es mir noch immer problematisch, ob es auf der südlichen Hemisphäre gleichfalls zwei Magnetpole giebt.

verwandten Schatzes tiefgelehrter Forschungen nicht
ıaltbar seyn kann, weil magnetische Polarität mit der
ngs erwiesenen grofsen Hitze des Erdkerns ganz un-
lich scheint. Auch KUPFFER[1] wurde auf den Zusam-
ıg der isodynamischen und isothermischen Linien ge-
nsofern der tellurische Magnetismus durch die ungleiche
atur unter den nämlichen Parallelen in der Art bedingt
afs die Puncte gröfserer Kälte mit den Puncten gröfserer
scher Intensität zusammenfallen müssen, selbst wenn die
cht eigentlich thermoelektromagnetisch seyn sollte. Durch
ıuereBestimmung der magnetischen isodynamischen Linien
rch die neuesten thermometrischen Messungen der Ca-
Ross und BACK in Nordamerica, so wie durch HAN-
ERMAN und Andere in Sibirien, ist die Lage der Kälte-
her bestimmt worden, und man darf sie der Wahrheit
he kommend den americanischen zwischen den 95sten
sten Grad westlicher Länge von Greenwich und zwi-
en 68sten bis 74sten Grad N. B., den sibirischen aber
n den 115ten bis 130sten Grad östl. Länge, ungefähr
Meridian setzen, welcher zwischen den durch unge-
he Kälte ausgezeichneten Orten Krasnojarsk und Jakuzk
. Die nördliche Breite des letzteren scheint mir schwer
ıbar. Soll derselbe mit dem sibirischen Magnetpole
enfallen, so müfste er in etwa 80° N. B. anzutreffen
ızwischen vermuthe ich, dafs beide sibirische Pole, der
sche und der Kälte-Pol, etwas weiter vom Erdpole
ı und zwischen den 75sten bis 78sten Grad N. B.
Zur leichteren Uebersicht dient die nach v. HUMBOLDT[2]
ıete graphische Darstellung der isothermischen Li-
die mindestens annähernd richtig sind. EineVerglei-
erselben mit den Isoklinen und den isodynamischen Linien
llichen Halbkugel[4] giebt die Ueberzeugung von dem na-
er vielmehr unmittelbaren Zusammenhange des magneti-
nd thermischen Verhaltens auf diesem Theile der Erd-

Edinburgh Journ. of Science. New Ser. N. IV. p. 258.
Fragmente einer Geologie und Klimatologie Asiens. Berl. 1832.
Ergebnisse einiger neueren Bestimmungen sind bei der Zeich-
r Linien berücksichtigt worden.
. die den Kupfertafeln beiliegenden Charten.
ıuf Charte IV. des VI. Bds. 2. Abth.

oberfläche, und dafs beides mit der Theorie leicht vereinbar sey, wird im folgenden Abschnitte gezeigt werden.

126) Da es sehr interessant ist, die mittleren Temperaturen bekannter Orte zu kennen, so haben verschiedene Gelehrte dieselben tabellarisch zusammengestellt. Die erste ausführliche Arbeit dieser Art lieferte KIRWAN [1], als eine Fortsetzung derselben ist eine Tabelle von COTTE [2] zu betrachten, welche eine zahlreiche Menge von Orten von 0° bis 60° N. B. in sich begreift, eine grofse Zahl weiterer Beiträge hierzu haben v. HUMBOLDT [3], ARAGO [4], BOUSSINGAULT [5] und SCHÖN [6] geliefert, TOALDO [7] sammelte die Thermometerbeobachtungen von 26 Städten in Italien, stellte sie, jedoch ohne Kritik, in eine Tabelle zusammen und fand als allgemeines Mittel aus allen 10°,51 R. (13°,14 C.), die vollständigste Tabelle, worin nicht blofs die mittleren jährlichen, sondern auch die monatlichen, häufig durch Interpolation gefundenen Temperaturen und die der Jahreszeiten aufgenommen sind, findet sich in dem vielgenannten classischen Werke von KÄMTZ [8], auch hat LÖWENBERG seiner obengenannten Uebersetzung des Werkes A. v. HUMBOLDT's [9] eine Tabelle beigegeben, welche 152 Orte enthält. Alle diese habe ich benutzt, wo mir nicht neuere und sicherere Beobachtungen zu Gebote standen, und sie in der nachfolgenden, nach der Observanz unseres Werkes alphabetisch geordneten Tabelle aufgenommen. Die Bestimmung der geographischen Lage der Orte ist nicht bei allen hinlänglich genau bekannt, ich habe jedoch diejenigen Angaben gewählt, die mir die sichersten schienen, auch ist der Meridian von Greenwich als erster angenommen. Die Temperaturen sind in Graden der 100theiligen Scale angegeben.

---

1 Estimate of the Temperature of different Latitudes. Lond. 1787. Vergl. HUTTON Dictionary. Art. Atmosphäre.

2 Journ. de Phys. T. XXXIX. p. 28.

3 In dessen oft erwähnten Abhandlungen über Temperaturverhältnisse, in seinen Reiseberichten u. s. w.

4 Ann. de Chim. et Phys. T. XXVII.

5 Ann. de Chim. et Phys. T. LIII. p. 225.

6 Witterungskunde.

7 Saggio di Padova. T. III. p. 216.

8 Meteorologie. Th. II. S. 88.

9 A. v. HUMBOLDT's Fragmente einer Geologie und Klimatologie Asiens. Berl. 1832.

rte	Breite	Länge	Höhe F.	Temperaturen Max.	Min.	Med.
een[1]	57° 9'N.	2° 6'W.	— —	— —	— —	8°,64
. .	60 27 —	22 17 O.	0	— —	— —	4,61
heher[3]	28 15 —	50 54 —	— —	— —	— —	25,03
y[4] .	42 39 —	73 47 W.	130	35°,56	—35°,60	10,56
[5] .	36 48 —	2 50 O.	0	— —	— —	21,28
rdam[6]	52 22 —	4 50 —	0	— —	— —	10,90
[7] .	48 10 —	11 15 —	2886	— —	— —	8,68
na						
vo[8]	— — —	— — —	3231	— —	— —	23,80
ide[9]	55 30 —	9 26 —	100	26,00	— 19,83	6,69
dt[10]	50 49 —	10 48 —	849	34,75	— 28,50	9,25
.	50 17 —	2 45 —	— —	— —	— —	10,20
[12] .	37 58 —	23 46 —	0	— —	— —	15,50
[13]	42 55 —	76 55 W.	— —	34,44	— 20,55	8,86
ine,						
.	29 50 —	81 27 W.	— —	34,44	5,56	22,35
rah[15]	23 20 —	85 9 O.	215	— —	— —	26,02
.	57 37 —	2 27 W.	0	21,11	— 8,33	9,26

Beob. von Innes 1823 bis 1830 in Edinb. New Phil. Journ. N. . 152..

Hällström vielj. Beob. in Poggendorff Ann. IV. 401.

Beob. von Jukes in Malcolm History of Persia II. 505.

Beck in An Abstract of the Returns of meteorol. Observa-t. Newyork 1825. Vergl. Edinb. Journ. of Sc. N. XVI. p. S. N. II. 250. N. VII. 78.

Kämtz. Tab. S. 88.

Beob. von Mohr u. van Swinden nach v. Humboldt in Mém. l T. III. p. 602.

Schön Witterungskunde.

Beobachtungen von Caldas nach Boussingault in Ann. de Chim. T. LIII. p. 225.

Neuber in Collectanea meteorologica. Fasc. I. Hafn. 1829.

Lucas in Kastner Archiv. Th. VIII. S. 48.

v. Humboldt in Mém. d'Arcueil T. III. p. 530.

Peytiers Beob. von 1833 bis 1835 in l'Institut 5me Ann. N. 2.

Beob. von C. Rudd. S. Albany.

Bericht d. Militair-Aerzte d. nordam. Staaten, mitgeth. durch n Edinb. Journ. of Sc. N. XX. p. 267.

Beob. von Macritchie in d. J. 1827 u. 28. Edinb. New Phil. N. XXVI. p. 343.

Einjährige Beobachtungen in Edinburgh Phil. Journ. N. XXIV.

Orte	Breite	Länge	Höhe F.	Temperaturen Max.	Min.	Me
Barnaul[1] .	53°,20′ N.	83° 27′ O.	366	— —	— —	1°,
Barranquilla[2] . .	11 0 —	— — W.	—	— —	— —	27
Batavia[3] .	6 12 S.	106 5 O.	0	30°,56	21°,67	27
Bâton Rouge[4] . .	30 36 N.	91 15 W.	—	36,67	—23,90	18
Bedford[5], New .	41 38 —	70 56 —	—	33,33	—20,00	9
Belmont[6]	60 42 —	0 51 —	66	18,77	— 4,00	7
Benares[7]	25 20 —	83 5 O.	—	55,00	7,20	25
Benin[8], Bai	6 0 —	4 30 —	0	31,25	21,97	26
Bergen[9] .	60 24 —	5 18 —	54	26,00	—28,00	8
Berlin[10] .	52 31 —	13 23 —	106	35,00	—29,75	9
Bermuda[11]	32 30 —	65 0 W.	55	27,22	7,50	19
Bern[12] .	46 57 —	7 33 O.	1638	— —	— —	
Bernhard[13]	46 43 —	8 23 —	7668	18,00	—23,90	—1
Bogoslowsk[14]	60 0 —	26 20 —	600	— —	— —	—1
Bombay[15]	18 58 —	72 38 —	0	32,78	15,00	2
Boston[16]	42 21 —	71 4 W.	—	38,89	—26,10	9

1 Ledebour's Reise I. 360.

2 Boussingault in Ann. Chim. et Phys. T. LIII. p. 225.

3 Kriel in Edinb. Journ. of Sc. N. X. p. 269. Nach Reinw. ist die mittlere Temp. 27°,78. S. ebend. N. XI. p. 119. Nach Kriel is 25°,86.

4 Silliman Amer. Journ. T. VI. p. 28.

5 Ebend. XVI. 46. XX. 162. XXII. 298.

6 Beobacht. von Scott in Edinburgh New Phil. Journ. X p. 118.

7 Nach v. Humboldt in Edinb. Journ. of Sc. N. XI. p. 141. Poggendorff Ann. XXIII. 94.

8 Marwood Kelly in Ann. of Phil. 1823. Mai p. 360.

9 Nach Bohr aus 6jährig. Beob. im Magazin for Naturvid. 8 Vergl. Bedemar Reise Th. I. S. 244. Th. II. S. 180.

10 Nach Maedler in l'Institut 1836. N. 178. Vergl. Mannhe Ephemeriden.

11 Emmet aus einjährigen Beobachtungen in Lond. and Ed. Mag. N. LXXI. p. 41.

12 Forter in Bibl. univ. T. XXXIV. p. 48.

13 Bibl. univ. 1835. p. 408. 1837. Avril. p. 383.

14 Kupffer in Poggendorff Ann. XV. 178.

15 Arie aus einjähr. corr. Beob. Edinb. Journ. of Sc. N. X 17. XIX. 17.

16 Beob. von 1820 bis 1830. Silliman Am. Journ. XX. 264.

Breite	Länge	Höhe F.	Temperaturen Max.	Min.	Med.
1°15′ S.	54°20′ O.	132	— —	— —	25°,04
4 50 N.	0 34 W.	0	— —	— —	13,60
3 15 —	— — —	0	1°,11	—42°,77	—15,60
6 39 —	48 43 W.	—	32,22	— 35,09	5,20
5 45 —	97 50 O.	—	— —	— 62,60	— —
4 20 —	20 0 —	50	29,22	— 17,62	7,98
1 6 —	17 2 —	311	32,00	— 35,00	8,27
48 10 —	4 35 W.	0	— —	— —	14,30
27 57 —	82 35 —	—	33,33	4,44	22,42
50 51 —	4 42 O.	178	35,00	— 20,70	10,80
43 53 —	69 55 W.	—	37,22	— 28,33	8,89
39 13 —	9 5 O.	0	— —	— —	16,63
30 3 —	60 18 —	0	43,12	— —	22,50
22 35 —	88 30 —	—	— —	— —	26,27
50 10 —	3 13 —	—	— —	— —	11,10
42 25 —	71 7 W.	—	33,87	— 24,37	10,20
43 3 —	73 42 —	210	33,33	— 31,66	8,66

—

t Desmolières in Hertha Th. IX. S. 65.
umboldt in Mém. d'Arcueil T. III. p. 602.
r in Narrative of a second Exped.
ll's Bericht.
teen in Berl. Zeit.
achtungen im J. 1836 von Feldt in Poggendorff Ann.

pert über Wärmeentwickelung. S. 69.
umboldt in Löwenberg's Tabelle.
ell's Bericht.
ljähr. Beob. in Quetelet Aperçu hist. des Observ. de Mé- Brux 1834. 4. Bulletin de la Soc. de Brux. 1835. T. II.

ch Al. Boyle in Edinb. New Phil. Journ. N. I. p. 113.
rtha. Th. VIII. S. 365. Th. IX. S. 178.
ch Nouet. S. Kupffer in Poggendorff Ann. XV. 177.
num nach Coutelle in Descript. de l'Égypte. 3me Liv. p.

obachtungen von Traill in As. Res. II. 421.
. Humboldt in Mém. d'Arcueil. III. 350.
dinburgh Phil. Journ. N. XII. p. 350. Extreme aus Mann-
phemeriden.
aine in Abstract of the Returns cet.

Orte	Breite	Länge	Höhe F.	Temperaturen Max.	Min.	Med
Canaan Cottage[1] .	55°56′N.	3° 2′W.	300	27°,78	—11°,11	9°,01
Canandaigua[2] .	42 53 —	77 56 —	— —	34,44	— 17,78	9,29
Canea[3] (Creta)	35 29 —	24 12 O.	— —	— —	— —	17,94
Canton[4] .	23 12 —	113 2 —	— —	34,45	— 1,62	20,91
Capstadt[5]	33 55 S	18 44 —	0	38,80	5,00	18,92
Carbeth[6]	60 0 —	4 22 W.	450	— —	— —	8,34
Carlisle[7] .	54 55 N.	2 50 —	45	— —	— —	9,44
Carlscrona[8]	56 15 —	15 33 O.	0	— —	— —	8,50
Carmaux[9]	43 —	— — —	900	— —	— —	11,50
Carthagena[10]	10 15 —	75 30 W.	— —	— —	— —	27,50
Castle Toward[11]	55 57 —	3 0 —	300	26,11	— 2,22	9,46
Ceylon[12]	7 30 —	80 0 O.	— —	— —	— —	26,68
ChapelHill[13]	38 54 —	79 20 W.	— —	— —	— —	15,66
Chapewyan[14]	55 43 —	111 18 —	— —	36,11	— 34,98	— 0,23
Cheissac[15]	44 54 —	2 50 O.	1476	27,50	2,70	13,50
Cherry Valley[16] .	42 48 —	75 6 W.	— —	35,56	— 27,77	7,82

1 Adie zweijähr. Beob. in Edinburgh Journ. of Sc. N. XVI p. 187.

2 H. Howe in Abstract of the Returns cet.

3 Sieber Reise nach Creta in Löwenberg's Tabelle.

4 Biblioth. univ. 1834. Août.

5 Vieljähr. Beobachtungen von Colebrooke in Edinb. Phil. Journ. N. XVI. p. 397. Vergl. Freycinet Voy. T. I. p. 352.

6 Vierjährige Beobachtungen in Edinburgh Phil. Journ. N. X p. 394.

7 Atkinson in Edinburgh New Phil. Journ. N. XLI. p. 114.

8 Wahlenberg. S. Kupffer in Poggendorff Ann. XV. 177.

9 Nach Cordier, ebend.

10 Nach Boussingault in Ann. Chim. Ph. LIII. 225.

11 Beob. von 1834 u. 1835 in Edinb. New Phil. Journ. N. XLI p. 113.

12 Mittel aus verschiedenen Beobachtungen auf d. Insel. Edinb. Journ. of Sc. N. XI. p. 119.

13 Dreijähr. Beob. von Caldwell aus Silliman Am. Journ. in Edinb. Journ. of Sc. N. XII. p. 249.

14 Aus Abstract of the Returns cet.

15 Mittagsbeob. von 1833 in Ann. d'Auvergne. VII. 144.

16 Beob. von W. Campbell in Abstract of the Returns cet.

Breite	Länge	Höhe F.	Temperaturen Max.	Min.	Med.
° 0'N.	70° 0'W.	——	24°,00	0°,00	12°,50
55 —	10 49 O.	36	——	——	5,33
9 —	82 54 —	——	——	——	25,20
50 —	9 30 —	1878	——	——	9,45
0 —	92 20W.	0	——	——	— 3,87
9 6 —	82 40 —	488	——	——	12,12
0 24 —	87 14 —	——	35,00	—11,67	20,41
1 0 —	72 19 —	——	33,33	—18,33	10,16
6 35 —	— — —	——	28,60	— 7,78	8,47
4 11 —	28 8 O.	——	——	——	27,21
8 30 —	81 15 —	0	30,56	23,89	27,32
33 57 —	81 7W.	0	——	——	10,60
9 S.	15 0 O.	1360	——	——	25,26
41 25 N.	95 43W.	720	42,22	—29,44	10,45
8 20 S.	123 25 O.	0	35,70	23,00	28,50
43 3 N.	90 53W.	540	35,56	—33,33	10,57
28 28 —	16 17 —	——	——	——	21,47
10 17 —	65 15 —	0	33,00	26,54	27,50

leuch Reisen in Südamerica. Weim. 1816. S. 404.
een in Poggendorff Ann. XXVIII. 584.
ähr. Beob. in Edinburgh Phil. Journ. N. VIII. p. 442.
J. U. v. Salis in Wahlenberg de Veget. cet. p. LXX.
rdson in Edinburgh Phil. Journ. N. XXIV. p. 200.
e's nat. and stat. View of Cincinnati. In Balbi Essai sur
. I. p. 117.
ll's Bericht.
h Dayton in Abstract of the Returns cet.
ritchie 3jähr. Beob. in Edinb. New Phil. Journ. N. XLIV.

wne Travels. p. 475. in Löwenberg's Tabelle.
ch Focco in Edinburgh Journ. of Sc. N. IX. p. 141.
uler in Edinburgh Journ. of Sc. N. XII. p. 351.
ith Beob. nach Kupffer in Poggendorff Ann. XV. 177.
well's Bericht.
ob. im Octob. von Freycinet in Voyage. T. I. p. 558.
well's Bericht.
anz Escolar in Edinburgh Phil. Journ. N. XIX. 187.
oussingault in Ann. de Chim. et Phys. T. LIII. p. 225. Vergl.
in Ann. Chim. et Ph. T. XXII. p. 303.

Orte	Breite	Länge	Höhe F.	Temperaturen Max.	Min.	Med.
Cumberland House [1]	54° 0′N.	102°15′W.	— —	30°,56	—42°,21	0°,01
Cuxhaven [2]	53 52 —	8 43 O.	0	32,50	— 21,50	8,56
Danzig [3]	54 20 —	18 37 —	0	— —	— —	6,20
Darwar [4] .	16 28 —	75 11 —	2400	— —	— —	23,90
Delaware [5]	42 17 —	75 16 W.	— —	33,89	— 27,21	8,28
Denainvilliers [6]	48 12 —	3 23 O.	— —	— —	— —	10,73
Dieuze [7] ..	48 48 —	6 47 —	— —	— —	— —	10,10
Dile [8] (Timor) .	10 22 S.	127 5 —	0	31,50	25,50	27,50
Domingo [9]	18 15 N.	70 0 W.	0	— —	— —	27,34
Drontheim [10]	63 26 —	10 23 O.	0	— —	— —	4,48
Dublin [11]	53 21 —	6 19 W.	— —	— —	— —	9,30
Dünkirchen [12]	51 2 —	2 22 O.	0	— —	— —	10,30
Düsseldorf [13]	51 15 —	6 45 —	120	— —	— —	10,64
Dutches [14]	41 41 —	74 45 W.	— —	34,44	— 21,11	12,55
Edinburg [15]	55 58 —	3 0 —	220	32,32	— 11,33	8,37
Elberfeld [16]	51 15 —	4 49 O.	407	35,00	— 25,00	10,03
Elgin [17] .	57 40 —	3 10 W.	0	— —	— —	8,90
Enontekis [18]	68 30 —	20 47 O.	1356	— —	— —	−2,86

1 Richardson in Edinburgh Phil. Journ. N. XXIV. p. 200.
2 Woltmann in Buek Hamburgs Clima u. Witterung S. 26.
3 Strehlke in Poggendorff Ann. XXXII. 166. Vergl. Kämtz Lehrb. Th. I. S. 350.
4 Christie in Edinburgh New Phil. Journ. N. X. p. 303.
5 Johnson in Abstract of the Returns cet.
6 V. Humboldt in Löwenberg's Tabelle.
7 Levallois in Ann. des Mines. IIIme Sér. T. III. p. 629.
8 Beob. im Octob. von Freycinet in Voyage T. I. p. 558.
9 Kretschmar Zeitschr. für d. gesammte Meteorol. Th. I. S. 148.
10 Berlin in Wahlenberg Flora Lapp. p. XLVI.
11 Beobacht. von 1823 und 1824 in Dublin Philos. Journ. N. I. p. 260.
12 V. Humboldt in Mém. d'Arcueil. T. III. p. 602.
13 Maedler im Düsseldorfer Wochenblatt.
14 Nach E. Fay in Abstract of the Returns cet.
15 Adie in Edinburgh Journ. of Sc.
16 Egen aus 12jähr. Beobachtungen in Berghaus Ann. V. 327.
17 Allan aus Beobacht. von 1836 in Edinburgh New Phil. Journ. N. XLIV. p. 371.
18 Beob. von Grape in Wahlenberg Flora Lapp. p. XLIV. Vergl. Edinb. Phil. Journ. N. XXIV. p. 200.

te	Breite	Länge	Höhe F.	Temperaturen Max.	Min.	Med.
rise[1]	64°30′N.	113° 6′W.	—	25°,56	—49°,45	—9°,90
,[2] .	48 11 —	6 27 O.	—	- -	- -	10,34
ıs						
[3] .	40 37 —	73 58 W.	—	33,33	— 16,11	11,87
[4] .	50 59 —	10 0 O.	585	34,50	— 25,00	9,08
ıldas[5]	0 55 —	— — —	—	- -	- -	26,40
rd[6]	66 30 —	20 30 W.	0	- -	- -	0,18
d[7]	43 6 —	74 52 —	—	33,89	— 25,55	8,34
-In-						
[8] .	62 0 —	7 0 —	—	22,49	— 7,56	7,62
eville[9]	42 58 —	72 35 —	—	34,44	— 28,88	6,77
Har-						
r[10]	70 0 —	91 53 —	0	21,11	— 68,61	—15,67
k[11]	53 32 —	9 58 O.	30	- -	- -	9,18
Geor-						
(Co-						
bia)	46 18 —	123 0 W.	—	31,11	— 7,22	10,58
in[13]	42 30 —	71 13 —	—	35,56	— 25,55	7,01
in[14]						
rt) .	65 12 —	123 12 —	450	23,33	— 50,00	— 9,00
ter[15]	52 36 —	6 22 O.	—	- -	- -	11,00

Nach Richardson in Edinburgh Phil. Journ. N. XXIV. p. 200.
Hericart de Thury aus der Quellentemperatur. S. Globe 1828.
6.
Kidder in Abstract of the Returns cet.
Mannh. Ephem.
Boussingault in Ann. de Chim. et Phys. T. LIII. p. 225.
Zweijähr. Beobachtungen von Scheel's in Annals of Philos. T.
96.
Beobachtungen von Kinnicut in Abstract of the Returns cet.
Trevelyan 4jähr. Beobachtungen in Edinb. New Phil. Journ.
. 163.
Beobacht. von Martin Field 1829 u. 1831 in Silliman Amer.
T. XVIII. N. II. p. 366.
Ross Beob. von 1830 u. 1831. S. oben Maxima u. Minima.
Vogt in Berghaus Annalen Th. III. S. 387.
Zweijähr. Beobachtungen von Scouler in Edinburgh Journ. of
XII. p. 251.
In Abstract of the Returns cet.
Richardson in Narrative of a second Expedition to the shores
Polar-Sea by John Franklin. Lond. 1828. App. II.
V. Humboldt in Mém. d'Arcueil. T. III. p. 602.

Orte	Breite	Länge	Höhe F.	Temperaturen Max.	Min.	Med.
Frankfurt[1] a. M. .	50° 7′N.	8°45′ O.	228	37°,50	—18°,00	9°,83
Fulda[2] .	50 34 —	9 40 —	834	- -	- -	8,28
Funchal[3]	32 36 —	16 56 W.	—	27,78	10,56	19,16
Genf[4] . .	46 12 —	6 9 O.	1212	36,25	— 21,75	9,46
George Town[5]	34 0 S.	42 40 —	—	- -	- -	17,85
Giwarten-Fiäll[6] .	5 0 N.	11 30 —	0	- -	- -	28,33
Goldküste[7]	66 0 —	13 20 —	1500	- -	- -	—3,75
Gosport[8]	50 48 —	1 6 W.	0	- -	- -	10,97
Gotha[9] .	50 56 —	10 44 O.	878	32,80	— 11,11	8,78
Gotthard[10]	46 30 —	8 35 —	6438	19,47	— 30,00	—1,05
Göttingen[11]	51 32 —	9 53 —	412	- -	- -	8,30
Graaf Rey-net[12] .	32 11 S.	26 0 —	1050	37,78	1,11	16,77
Greenville[13]	42 25 N.	74 21 W.	—	33,33	— 27,21	9,25
Guayaquil[14]	2 11 S.	79 56 —	—	- -	- -	26,00
Guayra[15]	10 37 N.	67 7 —	—	- -	- -	27,50
Haag[16] .	52 3 —	4 20 O.	0	- -	- -	11,13
Halle[17] .	53 33 —	11 58 —	—	35,62	— 21,88	9,25

1 Meermann in Thilo über Pet. Meermann's thermometr. Beob. Frankf. 1821. 4. Im Jahre 1823 ging das Thermometer zu Frankfurt bis — 21°,5 herab, wie oben erwähnt worden ist.

2 Heller's 11jähr. Beob. in Schübler's Meteorologie.

3 Heineken in Edinb. Journ. of Sc. N. XIX. p. 77. New Ser. N. I. p. 4.

4 Nach den letzten 38 Jahren in Bibl. univ. 1835. p. 408. Vergl. 1837. Avril. p. 368.

5 Aus Meteorological Diary (1821 u. 1822.) in Löwenberg's Tabelle.

6 Nach Wahlenberg aus Kupffer in Poggendorff Ann. XV. 177.

7 Monrad Gemälde d. Küste von Guinea. Weim. 1824.

8 Burney in Ann. of Phil. von 1816 bis 1828.

9 Beob. von 1834 in Kastner Arch. IX. 40.

10 Brandes Beiträge zur Witterungskunde. S. 9.

11 V. Humboldt Mém. d'Arcueil. T. III. p. 602.

12 Beob. in 1818 u. 1819. von Knox. S. Edinb. Phil. Journ. N. XIV. p. 385. Vergl. N. X. p. 280.

13 Wheeler in Abstract of the Returns cet.

14 Boussingault in Ann. Ch. et Phys. T. LIII. p. 225.

15 Ebend.

16 Van Swinden in Cotte Mém. T. II. p. 385.

17 Beobachtungen von Winkler in Schweigg. Journ.

reite	Länge	Höhe F.	Temperaturen Max.	Min.	Med.
°33′N.	9°58′O.	36	36°,00	—29°,00	8°,90
48—	75 32 W.	—	35,00	— 28,83	8,03
38—	75 4 —	—	35,56	— 31,10	8,00
9—	82 13 —	0	32,30	10,00	25,62
30—	150 50 —	0	31,11	15,00	23,90
24—	8 41 O.	348	36,25	— 26,25	10,01
9—	5 30 W.	0	- -	- -	10,78
2 53 S.	147 35 O.	—	- -	- -	11,34
4 40 N.	87 0 W.	540	37,78	— 38,88	6,94
2 15—	73 45 —	—	37,22	— 21,66	8,11
5 0—	17 33 —	0	- -	- -	25,00
2 2—	129 43 O.	270	30,00	— 60,00	—7,36
8 0—	76 45 W.	0	33,33	17,78	25,58
43 45—	44 20 O.	780	- -	- -	13,60
53 0—	18 3 —	1302	- -	- -	2,77
50 56—	11 37 —	—	- -	- -	8,45

Hamburgs Klima. S. 26.
htungen von Z. Morse in Abstract of the Returns etc.
ins ebendas.
r nach Kupffer in Poggendorff Ann. XV. 177. u. Ramon
in Kastner Archiv. Th. XV. S. 291.
icht. der Missionaire in Edinburgh Journ. of Sc. N. X.

Beobachtungen von 1818 bis 1836 am Morgen u. Abend um
irt.
le's Beobachtungen von 1822 bis 1824 u. von 1826 in Ann.

el nach Brisbane in Edinb. Journ. of Science N. III. p. 75.
ebt an: Winter 5°,7; Frühling 11°,6; Sommer 17°,2 und
. S. Berghaus Ann. 12ter Jahrg. S. 366.
ell's Bericht.
h Fairfield ebendas.
h Hamilton, s. Kupffer in Poggendorff Ann. XV. 177.
an in Berghaus Ann. Th. V. S. 342. Uncorrigirt beträgt die
emperatur — 7°,25 C.
nfjähr. Beobachtungen in Edinburgh New Phil. Journ. N. IV.
ergl. Edinb. Phil. Journ. N. XIV. p. 257.
Parrot Reise zum Ararat. Th. II. S. 50. Aus Quellen.
ansten aus 4,5jähr. Beobachtungen in Neue Abh. d. schwed.
. XII. S. 36.
chübler Meteorologie S. 201.

Orte	Breite	Länge	Höhe F.	Temperaturen Max.	Min.
Jesup[1] (Cant.)	31°30′N.	93°47′W.	—	36°,11	—13°,89
Igloolik[2]	69 30 —	82 30 —	0	10,00	— 45,55
Iloulouk[3] (Unalaschka)	53 53 —	168 20 —	0	13,75	— 3,87
Insbruck[4]	47 16 —	11 23 O.	1766	- -	- -
Johnston[5] (Fort)	34 0 —	78 5W.	—	33,33	— 3,33
Johnstown[6]	43 0 —	74 8 —	—	35,56	— 23,90
Joyeuse[7]	44 28 —	4 15 O	600	35,00	— 16,25
Irkuzk[8] .	52 17 —	104 11 —	1164	27,50	— 29,71
Island[9] .	65 0 —	20 0 W.	0	21,11	— 37,21
Ithaka[10] .	42 26 —	76 30 —	—	35,56	— 13,33
Kacheti[11]	42 0 —	45 20 O.	1000	- -	- -
Kalmücken-Steppe[12]	47 0 —	41 20 —	108	- -	- -
Kasan[13] .	55 48 —	49 7 —	270	34,40	39,82
Karlsruhe[14]	48 59 —	8 17 —	380	36,62	— 26,90
Kendal[15]	54 17 —	2 46 W.	0	- -	— - -
Keswik[16]	54 30 —	3 8 —	0	- -	- -

1 Lovell's Bericht.

2 Richardson in Edinburgh Phil. Journ. N. XXIV. p. 200.

3 Lütke in Lond. and Edinb. Phil. Mag. N. VI. p. 417.

4 Nach Zollinger in Suppan Hypsometrie vermittelst phys. Insb. 1834. S. 40.

5 Lovell's Bericht.

6 Bennet in Abstract of the Returns cet.

7 Bibl. univ. T. XXXVII. p. 5.

8 Zehnjähr. Beob. von Simon Schtschukin in Mém. de la Soc. Sc. de Petersb. VIme Sér. T. II. p. 1. Im Auszuge in Lond. and Ed. Phil. Mag. N. VII. p. 2.

9 Mackenzie Reise durch die Insel Island. Weim. 1815. S. 2

10 Phinney in Abstract of the Returns cet.

11 F. Parrot Reise zum Ararat. Th. II. S. 50. aus Quellen.

12 Ebendas.

13 Beobachtungen von Schestakof im J. 1828 und Bronner in d 1814 bis 1817 mitgetheilt durch Kupffer in Poggendorff Ann. XV. Am genauesten sind die Resultate aus den Beobachtungen von K in den Jahren 1828 bis 1833. S. Poggendorff Ann. XXXVI. 204.

14 Aus 40jährigen Beobachtungen, mitgetheilt durch Dr. Ei lohr.

15 Dalton nach Kupffer in Poggendorff Ann. XV. 177.

16 Ebendaselbst.

	Breite	Länge	Höhe F.	Temperaturen Max.	Min.	Med.
	56°23'N.	3° 0'W.	120	26°,11	—18°,33	7°,73
	41 55 —	74 5 —	—	35,56	— 24,45	9,13
	54 30 —	62 20 O.	900	- -	- -	1,5
;4	54 42 —	20 29 —	0	- -	- -	6,49
	55 41 —	12 35 —	0	30,62	— 17,25	7,69
	12 11 —	9 30 O.	450?	45,00	5,56	28,68
	— — —	— — —	—	- -	- -	7,38
'	54 3 —	2 35 W.	0	- -	- -	9,53
	42 48 —	73 46 —	—	37,78	— 27,77	9,81
0	55 25 —	3 35 —	1200	26,11	— 26,66	6,73
	51 20 —	12 21 O.	306	38,00	— 30,00	9,15
	12 3 S.	81 48 W.	534	30,00	16,11	21,11
2	38 43 N.	9 8 —	216	- -	- -	16,34
3	27 7 S.	24 30 O.	—	35,00	— 1,95	17,50
'	51 31 —	0 5 W.	162	34,16	— 10,00	9,83
,15,						
.	44 40 —	75 0 W.	—	35,00	— 25,00	7,78
16	43 47 —	75 51 —	—	37,22	— 33,33	7,19

—

›acht. von 1820, 1835 u. 1836 in Edinburgh Phil. Journ.
440. u. New Phil. Journ. N. XLI. p. 112. XLIV. p. 370.
Abstract of the Returns cet.
h Kupffer in Poggendorff Ann. XV. 177.
amer aus 24jähr. Beobachtungen in Schumacher astronom.
II. S. 25.
gge nach 30jähr. Beobachtungen in v. Buch Reise durch
I. S. 94. Extreme aus Mannheimer Ephemeriden.
s Denham's Reise.
rehlke in Poggendorff's Ann. XXXV. 166.
ıhr. Beob. von Heaton in Ann. of Philos. 1816 bis 1821.
Mac Call in Abstract of the Returns etc.
ıs zehnjähr. Beobachtungen von 1811 bis 1820 in Edinburgh
n. N. X. p. 219.
tevenson Reisen in Arauco, Chile, Peru und Columbia. Wei-
. S. 99. Die Bestimmung ist aus dem Wasser eines 20 F.
unnens; aus Maximis und Minimis folgt 21°,73 C.
ach Francini in Balbi Essai sur Portugal. T. I. p. 90.
urchell's Reisen in Africa. Weim. 1825. Th. II.
ıus den Beob. der königl. Soc. in Kämtz Meteorol.
Beobachtungen von Hale in Abstract of the Returns cet.
Beobachtungen von Taylor. Ebendaselbst.

Orte	Breite	Länge	Höhe F.	Temperaturen Max.	Min.	M
Lüneburg[1]	53° 15′N.	10°30′ O.	64	36°,84	—27°,00	9°
Macao[2] .	22 16 —	113 2 —	—	32,87	9,45	23
Macquarie[3]	42 20 S.	147 40 —	0	- -	- -	1?
Madras[4] .	13 14 N.	80 29 —	0	- -	- -	27
Madrid[5] .	40 24 —	3 42 W.	2040	- -	- -	14
Mailand[6]	45 28 —	9 11 O.	394	- -	- -	13
Malacca[7]	2 16 —	102 12 —	—	- -	- -	25
Malmanger[8]	59 58 —	6 20 —	64	- -	- -	6
Malo[9], St.	48 39 —	2 1 W.	0	- -	- -	12
Man[10] . .	54 20 —	4 30 —	0	23,89	— 5,56	9
Manchester[11] .	53 30 —	2 15 —	—	- -	- -	8
Manilla[12]	14 36 —	110 51 O.	0	- -	- -	25
Mannheim[13]	49 29 —	8 27 —	286	34,00	— 23,00	10
Maranham[14] (St. Louis de) . .	2 29 S.	43 30 W.	0	- -	- -	2?

1 Nach 12jähr. Beobachtungen, s. Buek Hamburgs Clima u. …

2 Bibliothèque univers. 1834. Août.

3 Meinicke in Berghaus Ann. 12ter Jahrg. S. 366. Die mittl… Temperaturen der Jahreszeiten sind: Winter = 7,6; Frühling = 1… Sommer = 17,9; Herbst = 11,9.

4 Nach Roxburgh und Beob. von 1823, mitgetheilt durch Fo… Edinburgh Journ. of Sc. N. X. p. 249.

5 Beobachtungen von Bauza in Risso Hist. natur. des princip… Productions cet. Par. 1826. p. 278. Vergl. Hertha Th. IV. S. 2…

6 V. Humboldt in Mém. d'Arcueil. T. III. p. 602.

7 Beobachtungen von Farquhar, reducirt durch Brewster in Ed… Journ. of Sc. N. XV. p. 62.

8 Hertzberg's Beobachtungen von 1798 bis 1807 in Edinb… Journ. of Sc. N. XVIII. p. 293. Wiener Zeitschr. Th. V. S. 491.

9 V. Humboldt in Mém. d'Arcueil. T. III. p. 602.

10 Nach Col. Stuart von 1824 bis 1830 in Edinburgh New P… Journ. N. XXI. p. 152. Edinburgh Journ. of Sc. New Ser. N. IV… 249. N. XX. p. 236.

11 Dalton aus 25jähr. Beobachtungen. Ann. of Philos. T. … p. 251.

12 V. Humboldt in Edinburgh Journ. of Sc. N. XI. p. 140.

13 Beobachtungen von Hemmer in Mannh. Ephem. Die mittl… Temperatur ist wahrscheinlich zu hoch und von der zu Heid… = 10°,01 schwerlich verschieden.

14 Nach Antonio Pereira aus Beob. von 1821 in Annaes … Sciences, das Artes e das Lettras. T. XVI. p. 55. S. v. Humboldt … Edinburgh Journ. of Sc. N. XI. p. 140.

Breite	Länge	Höhe F.	Temperaturen Max.	Min.	Med.
9°25′N.	81°30′W.	—	33°,30	—12°,20	12°,32
— — —	— —	4390	- -	- -	20,50
›1 30 —	7 20 —	—	45,00	— 8,75	19,50
‹6 55 —	9 56 O.	1722	- -	- -	11,15
‹3 18 —	5 21 —	144	32.50	— 10,87	14,40
›0 49 —	5 40 —	161	38,80	— 22,90	10,28
20 51 S.	55 30 —	120	32,70	15,00	24,85
74 45 N.	111 0 W.	0	15,56	— 48,33	—18,73
51 30 —	4 35 O.	0	- -	- -	9,30
42 49 —	78 10 W.	780	37,78	— 27,77	8,67
39 5 —	75 12 —	—	35,56	— 14,44	12,94
31 28 —	91 0 —	—	33,33	— 6,80	17,27
41 32 —	74 0 —	—	37,78	— 21,11	9,22

—

ILDRETH's Beobachtungen von 1828 bis 1830 in Silliman T. XVI. p. 46 u. T. XX. p. 126.

INGAULT in Ann. de Chim. et Phys. T. LIII. p. 225.

EY AL ABASSI Reise in Africa u. Asien. Weim. 1816.

von 1802 bis 1809 durch J. R. v. SALIS-MARSCHLINS in de veget. et clim. Helv.

Extreme aus Mannh. Ephem. Das Mittel aus Risso Hist. scip. Productions cet. Par. 1826. p. 278. V. HUMBOLDT als mittlere Temperatur an, nach SILVABELLE in Mannh.

achtungen um 9 und 9 Uhr von CRAHAY seit 1818 bis 1833. lémoire sur la Météorologie (1837). Vergl. QUETELET Cor- · et phys. T. VII. p. 182.

bachtungen von LISLET GEOFROY in FREYCINET Voy. T. I.

RY's Beobachtungen nach RICHARDSON in Edinburgh Philos. XIV. p. 200. Nach einer andern Angabe in Edinburgh . T. IX. p. 214. ist die mittlere Temp. = — 17°,05. Vergl. in Edinb. Journ. of Sc. New Ser. N. VIII. p. 310. Ann. hys. T. XXVII. p. 120.

S DE PERRE in Mannh. Ephem.

obachtungen von S. CUSHING in Abstract of the Returns.

YELL's Bericht.

merican Phil. Trans. T. VI. p. 23.

obachtungen von MILLSPANG in An Abstract of the Returns

Orte	Breite	Länge	Höhe F.	Temperaturen Max.	Min.	Med
Montmorenci[1] . .	49° 0′N.	2°20′O.	312	- -	- -	11°,
Montpellier[2] . .	43 36 —	3 52 —	30	- -	- -	15,
Montreal[3]	45 31 —	73 35 W.	—	36°,67	—37°,20	7,
Moultrie[4] (Fort) .	32 42 —	79 56 —	—	33,33	— 7,22	18,
Moscau[5]	55 47 —	37 33 O.	456	30,00	— 38,75	3,
München[6]	48 10 —	11 27 —	1626	35,00	— 26,25	11,
Nain[7] . .	57 0 —	61 20 W.	0	- -	- -	— 3,
Nangasacki[8]	32 45 —	129 55 O.	0	- -	- -	16,
Nantes[9] .	47 30 —	1 32 W.	75	- -	- -	12,
Natchez[10]	31 34 —	91 30 —	180	34,40	— 16,00	18,
Nepaul[11]	28 —	77 0 O.	3750	30,56	10,00	25,
Newburgh[12]	41 30 —	74 5 —	—	37,22	— 19,43	10,
Newyork[13]	40 42 —	73 58 W.	0	35,00	— 20,50	12,
Nicolajeff[14]	46 58 —	32 0 O.	120	37,50	— 30,62	9,

1 COTTE in Mém. T. II. p. 439.

2 V. HUMBOLDT Mém. d'Arcueil. T. III. p. 602.

3 Zehnjährige Beob. von ARCHIBALD HALL in Edinb. New Journ. N. XLII. p. 236.

4 LOVELL's Bericht.

5 Aus 5jähr. Beob. von ENGEL und STRITTER in Mannh. Ep. Nach PÉRÉVOSCHTSCHIKOFF in Bullet. de la Soc. des Natur. de M. cou. T. I. p. 17. ist aus 5jähr. Beob. die mittlere Temp. ohne Ze richtiger = 5°,01.

6 Nach Mannh. Ephem.

7 Dreijähr. Beob., mitgetheilt durch DE LA TROBE in Phil. LXIX. p. 657. LXXI. nach LÖWENBERG's Tabelle, aus KÄMTZ teorol.

8 V. HUMBOLDT in Mém. d'Arcueil. T. III. p. 602.

9 Ebendas.

10 Vierjähr. Beob. von DUNBAR, ebend.

11 HAMILTON nach KUPFFER in Poggendorff Ann. XV. 177. V KIRKPATRIK Nachrichten vom Königreiche Nepaul. Weimar S. 116.

12 An Abstract of the Returns cet.

13 V. HUMBOLDT in Mém. d'Arcueil. T. III. p. 602.

14 Beobachtungen von CUMANI um 10 und 10 Uhr von 18 1830. Mitgetheilt durch KUPFFER in Mém. de la Soc. de Pet VIme Sér. T. II. p. V. Im Auszuge in London and Edinburgh Mag. N. II. p. 134. N. IV. p. 259. Aus Maxim. u. Min. ist M = 9°,62.

te	Breite	Länge	HöheF.	Temperaturen Max.	Min.	Med.
i-Ko-ↄk [1]	68°32'N.	164°20'O.	0	- -	—52°,50	-10°,00
i-Ta- .[2] .	58 0 —	59 20 —	600	- -	- -	— 0,20
. .	43 41 —	7 17 —	61	- -	- -	15,50
Cap [4]	71 10 —	26 1 —	0	- -	- -	0,00
ı- lia [5] ·Ost- tze	70 37 —	57 47 —	0	10°,50	— 40,00	— 9,45
tkü- . .	73 12 —	57 0 —	0	13,75	— 37,50	— 8,37
[6] .	46 29 —	25 57 —	0	31,25	— 28,75	10,16
. .	47 30 —	19 3 —	440	33,75	— 22,50	10,53
. .	57 30 —	61 20 W.	0	- -	- -	— 3,24
ıga [9]	43 02 —	76 31 —	408	37,22	— 30,00	9,39
[10]	42 26 —	75 38 —	—	36,67	— 26,11	7,22
[11]	51 46 —	1 15 —	—	25,00	— 4,44	9,36
! .	45 24 —	11 53 O.	56	36,25	— 15,62	13,95
)[13]	38 7 —	13 22 —	0	38,00	— 5,00	16,77

Nach ERMAN. S. BAER in Bulletin de la Soc. des Sc. de Pe-
. II. N. 15. Vergl. v. WRANGEL Physikalische Beobachtungen.
S. 5.

Nach KUPFFER in Poggendorff Ann. XV. 177.

Risso Hist. Natur. du Midi de l'Europe. T. I.

Nach RICHARDSON in Edinb. Phil. Journ. N. XXIV. p. 20.

ıBERG in Flora Lapp. giebt an 0°,07, in Edinb. New Phil.
. X. p. 307 wird — 1°,11 angegeben.

BAER in Bulletin de la Soc. des Sc. de Petersb. T. II. N. 15.

Kastner Archiv. Th. VII. S. 152.

Siebenzehnjähr. Beobachtungen in Mannheimer Ephemeriden und
LENBERG Flora Carp. p. XCI.

KIRWAN über Temperatur. S. 182.

WOOLWORTH in An Abstract of the Returns cet.

Ebendaselbst.

Aus Beobachtungen von ROBERTSON 1816 bis 1823 aus Maxi-
Minimis in Edinb. Phil. Journ. N. XII. p. 359. Vergl. Edinb.
f Sc. N. II. p. 286.

TOALDO's achtjähr. Beobachtungen in Mannh. Ephem. Nach
OLDT ist mittlere Temp. 16°,2; s. LÖWENBERG's Tabelle.

Fünfjährige Beobacht. von MARABITTI in SCHOUW Pflanzen-
ie, S. 212. Nach RISSO a. a. O. ist die mittlere Temperatur
as Minimum nach öffentlichen Blättern.
d.

Orte	Breite	Länge	HöheF.	Temperaturen Max.	Min.	Me[…]
Panama[1]	8°58′N.	80°21′W.	0	- -	- -	27°,
Paramatta[2]	33 48 S.	149 40 O.	62	41°,11	—3°,33	16,
Paris[3] . .	48 50 N.	2 20 —	206	38,40	—23,50	10,
Pasto[4] . .	1 13 —	77 22 W.	8035	- -	- -	14,
Payta[5] . .	5 5 S.	81 10 —	0	- -	- -	27,
Peifsenberg[6]	47 47 N.	10 34 O.	3090	29,12	—22,75	6,
Peking[7] .	39 54 —	116 27 —	—	39,31	— 9,82	12,
Penetanguishene[8]	44 48 —	80 40 W.	—	32,33	—35,54	[illegible]
Penzanze[9]	50 11 —	5 33 —	0	28,89	— 4,44	11,
Petersburg[10]	59 56 —	30 18. O.	0	33,40	—49,87	2
Philadelphia[11] .	39 57 —	75 16 W.	0	37,00	—20,00	12
Point de Galle[12] (Ceylon) . .	8 30 —	81 12 O.	0	30,56	23,89	27,
Pompey[13]	42 56 —	76 5 W.	1150	32,22	—25,00	[illegible]
Pondichery[14] . .	11 56 —	79 52 O.	0	- -	- -	29
Popayan[15]	2 26 —	76 40 W.	5566	- -	- -	1[…]

1 Boussingault in Ann. Chim. et Phys. T. III. p. 225.

2 Brisbane in Edinburgh Phil. Journ. N. XX. p. 221. […] Journ. of Sc. N. I. p. 83.

3 Bouvard aus 21jähr. Beob. in Mém. de l'Acad. T. VII. […] Die Extreme von Arago in Annuaire.

4 Boussingault a. a. O. aus Beob. von Caldas.

5 Ebenderselbe.

6 Achtjähr. Beob. in Mannheimer Ephemer.

7 Aus Beob. von Dec. bis Juni durch Fuss in Mém. de P[…] VIme Sér. T. III. p. 115 und v. Humboldt in Poggendorf[…] XXIII. 93.

8 Beob. im J. 1825 u. 1826 von Todd in Franklin's Na[…] of a second expedition to the shores of the Polar-Sea. Lond. […] 4. App. II.

9 Beob. von 1807 bis 1827 von Giddy in Edinb. Journ. of […] XVII. p. 171.

10 Plac. Heinrich aus 24jähr. Beob. in Schweigg. Journ. […] Hft. 4. Vergl. Ann. of Phil. N. S. T. IV. p. 15.

11 Nach Warden. S. Kupffer in Poggendorff Ann. XV. […]

12 Foggo in Edinb. Journ. of Sc. N. IX. p. 141.

13 In An Abstract of the Returns cet.

14 Nach Le Gentil in Edinb. Journ. of Sc. N. X. p. 249.

15 Boussingault in Ann. de Chim. et Phys. T. LIII. p. 22[…] Beobachtungen von Caldas.

e	Breite	Länge	Höhe F.	Temperaturen Max.	Min.	Med.
. .	50° 5′N.	14°24′O.	592	35°,75	−27°,50	9°,97
2 .	— — —	— —	8161	- -	- -	13,10
k[3]	46 48 —	71 10 W.	—	- -	- -	5,60
. .	13 17 S.	78 45 —	8970	- -	- -	15,55
5 .	16 40 —	151 30 —	0	28,33	22,00	25,81
burg[6]	49 0 N.	12 6 O.	1043	36,87	— 30,50	8,65
ig[7]	64 5 —	26 33 W.	—	- -	- -	4,46
e[8])	62 46 —	109 1 —	0	2,50	— 56,70	-15,50
anei- .	22 54 S.	43 18 —	0	48,89	13,33	23,83
cha[10]	10 40 N.	83 0 —	0	- -	- -	28,10
e[11]	46 9 —	0 58 —	0	34,37	— 15,25	11,70
t[12]	18 0 —	78? —	—	- -	- -	26,00
. .	41 54 —	12 28 O.	130	34,12	— 5,00	15,48
.	51 42 —	15 40 —	384	35,75	— 32,60	8,78
. h)	42 33 —	70 53 W.	—	38,33	— 27,20	9,80

———

ieob. von Strnadt in Mannh. Ephemeriden, von Hallaschka
lung astronom. meteorol. u. phys. Beob. Prag 1830. 4. Vergl.
in Baumgartner u. v. Holger Zeitschr. Th. V. S. 267.
oussingault a. a. O. aus Beob. von Hall und Salaza.
ach Gauthier in Cotte Mém. T. II. p. 520.
oussingault a. a. O.
ach Threlkeld in Edinb. Journ. of Sc. N. XX. p. 281.
eobachtungen von Pl. Heinrich nach Schmöger in Kastner Arch.
S. 128 u. in dessen meteorol. Beob. Hft. I. Nürnb. 1835.
iretschmar Zeitschrift für die gesammte Meteorologie. Hft. 1.

us Beob. vom Nov. 1833 bis März 1835, die Sommermonate
rt. S. Berghaus Ann. 1836. N. 133. S. 57.
ach Dorta u. d'Oliveira in v. Humboldt Voy. T. X. p.
rgl. Caldcleugh Reisen in Südamerica. Weim. 1816. S. 16.
oussingault a. a. O.
ach 9jähr. Beobachtungen von Seignette in Mannheimer
iden.
ach Hunter. S. Kupffer in Poggendorff Ann. XV. 177.
iebenzehnjähr. Beob. von Calandrelli in Mannh. Ephem. Vergl.
hil. Journ. N. XII. p. 350.
Iannh. Ephemer. nach 7jähr. Beob.
us 33jähr. Beobachtungen von Dr. Holyoke in Edinb. Phil.
. XII. p. 350. und aus neueren von Burt und Stark in An
of the Returns cet.

Orte	Breite	Länge	HöheF.	Temperaturen Max.	Min.	Me
Santa Cruz[1]	28°28′N.	16°16′W.	0	— —	— —	21°
Santa Marta[2]	11 15 —	74 9 —	—	— —	— —	28
Sebastopol[3]	44 35 —	33 32 O.	0	37°,40	−18°,40	11
Seehundsbai[4] . .	25 30 S.	114 0 —	0	22,60	14,00	18
Senegal[5] .	15 53 N.	16 10 W.	—	— —	— —	26
Seringapatam[6] .	12 25 —	76 51 O.	2263	46,11	8,89	25
Severn[7] (Fort) .	38 58 —	76 27 W.	—	33,33	— 13,33	14
Shenectady[8]	42 48 —	73 56 —	—	32,78	— 22,77	[illegible]
Sidmouth[9]	50 41 —	3 13 —	—	— —	— —	[illegible]
Sierra-Leone-Küste[10]	8 30 —	14 10 —	0	— —	— —	27
Singapore[11]	1 24 —	104 0 O.	—	— —	— —	26
Sitka[12] . .	57 3 —	138 0 —	0	22,50	— 12,50	[illegible]
Slatoust[13]	55 8 —	59 20 O.	1140	23,32	— 20,87	[illegible]
Snelling[14] (Fort) .	44 53 —	93 8 W.	720	35,56	— 33,89	[illegible]
Söndmör[15]	62 30 —	6 20 O.	0	— —	— —	[illegible]

1 Beobachtungen von Heberden in Phil. Trans. LV. p. 18

2 Boussingault a. a. O.

3 Aus Beobachtungen um 10 u. 10 Uhr; die Maxima und ma geben 9°,35. Nach Cumani mitgetheilt durch Kupffer in de la Soc. de Petersb. VIme Sér. T. II. p. VII. Abgek. in Lond. Edinb. Phil. Mag. N. IV. p. 259.

4 Aus Beobachtungen im September durch Freycinet in Voyage T. I. 470.

5 V. Humboldt in Edinburgh Journ. of Sc. N. XI. p. 141.

6 Nach Foggo in Edinb. Journ. of Sc. N. X. p. 249. aus von 1814 und 1816.

7 Aus Lovell's Bericht.

8 An Abstract of the Returns cet.

9 Dreijähr. Beob. von Clarke in den Ann. of Philos.

10 Winterbottom Sierra-Leone-Küste S. 348.

11 Beobachtungen von Farquhar in den J. 1822 u. 1823 corrig. Brewster in Edinb. Journ. of Science N. XV. p. 62.

12 Lütke in Lond. and Edinb. Phil. Mag. N. VI. p. 427.

13 Aus Beobachtungen von Eversmann in den J. 1818 u. 1 Poggendorff Ann. XV. 169.

14 Lovell's Bericht.

15 Ström aus 19jähr. Beob. S. v. Buch Canarische Inseln bei Kämtz.

	Breite	Länge	HöheF.	Temperaturen Max.	Min.	Med.
g[1]	59° 38′ N.	— —	618	— —	— —	2°,93
[2]	33 50 S.	38° 40′ O.	—	— —	— —	18,95
lm[3]	59 21 N.	18 4 —	0	31°,00	— —	5,10
rg[4]	48 32 —	7 50 —	450	35,93	-25°,00	9,71
[5]	48 46 —	9 10 —	846	34,27	—18,34	10,00
[6]						
.	44 44 —	67 4 W.	—	34,44	—28,33	5,80
[7]	5 38 —	55 30 —	—	— —	— —	25,50
in-						
.	53 54 —	13 16 O.	0	— —	— —	8,80
.	34 S.	151 30 —	0	45,56	5,56	17,60
ün-						
.	52 35 N.	11 57 —	120	— —	— —	10,00
ee[11]	48 10 —	11 32 —	2262	31,25	—28,12	7,41
a[12]	28 30 —	17 48 W.	0	— —	— —	21,60
.	41 41 —	44 54 O.	1100	38,00	—13,75	15,80
[14]	58 12 —	68 6 —	330	— —	— —	—2,50
[5]	66 30 —	24 12 —	75	25,00	—58,50	—0,50

reijährige Beobachtungen von Wilse in Schön Witterungs-

us Meteorological Diary für 1821 u. 1822 in Löwenberg's

dberg in Poggendorff Ann. XXXIII. 252. u. Mannh. Ephem.
us Herrenschneider's Beobachtungen nach Eisenlohr, aus
ier Mittheilung.
us 10jähr. Beobachtungen von Schübler nach Kämtz.
ovell's Bericht.
weijährige Beob. in Cotte Mém. T. II. p. 561.
tarke aus 4jähr. Beob. Berghaus Ann. Th. IV. S. 323.
einicke in Berghaus Ann. 12ter Jahrg. N. 132 u. 133. Da
die mittlere Temperatur des dortigen Winters = 14°,2, des
= 18°,6, des Sommers = 22°,3, des Herbstes = 17°,2.
njähr. Beobachtungen in John Liddiard Nicholas Reise nach
nd. Weim. 1819. S. 390. 396.
retschmar Zeitschrift für die gesammte Meteorologie. Th. I.

us 8jähr. Beobachtungen in Mannheimer Ephemer.
v. Buch nach Kupffer in Poggendorff Ann. XV. 177.
ach F. Parrot Reise zum Ararat. S. 47. Das Minimum nach
lättern.
rman Reise. Th. I. S. 473.
edemar Reise. Th. I. S. 167 u. 244. Th. II. p. 180.

Orte	Breite	Länge	Höhe F.	Temperaturen Max.	Min.	Med.
Toulon[1]	43° 7′N.	1° 10′ W.	0	— —	— —	16°,70
Trier[2] . .	49 48 —	7 5 —	432	— —	— —	9,90
Triest[3] . .	45 45 —	13 54 —	0	— —	— —	14,86
Trincono-male[4] .	8 32 —	81 12 —	— —	33°,33	22°,22	27,54
Trinidad[5]	21 48 —	80 1 —	0	33,89	16,00	25,00
Tübingen[6]	48 31 —	9 3 —	1008	— —	— —	8,68
Tumaco[7]	1 40 —	— — —	— —	— —	— —	26,10
Tunis[8] . .	36 48 —	10 11 —	0	44,75	6,00	19,20
Turin[9] . .	45 4 —	7 40 —	420	— —	— —	11,68
Uleäborg[10]	63 3 —	25 26 O.	0	— —	— —	—1,16
Uleo[11] . .	65 3 —	25 28 —	0	— —	— —	0,60
Ullens-vang[12]	60 19 —	5 40 —	32	— —	— —	6,35
Umeo[13] .	63 50 —	20 16 —	0	— —	— —	1,90
Union Hall[14]	40 41 —	73 56 W.	— —	33,89	—20,55	10,66
Unst[15] . .	60 42 —	0 51 —	66	18,77	— 4,00	7,05
Upsala[16] .	59 52 —	17 39 O.	— —	— —	— —	5,00

1 V. HUMBOLDT in Mém. d'Arcueil. T. III. p. 602.

2 Neunjähr. Beob. von DELAMORRE in SCHÜBLER's Meteorolog.

3 Zwanzigjähr. Beobachtungen von STADLER in Kastner Arch. Th. VI. S. 69.

4 Zweijährige Beobachtungen von FOGGO in Edinburgh Journ. of Sc. N. IX. S. 143.

5 DAUXION LAVAYSSÉ Reisen nach d. Inseln Trinidad, Tabago etc. Weim. 1816. S. 72.

6 Nach SCHÜBLER's handschr. Mittheilung an KÄMTZ.

7 BOUSSINGAULT a. a. O.

8 Zweijährige Beobachtungen von FALBE in Poggendorff Ann. [illegible] 625.

9 Zwanzigjähr. Beobachtungen von BONIN in Mém. de Turin. [illegible] — 1808. p. 25.

10 LEOP. v. BUCH aus 12jährigen Beobachtungen von JULIN in [illegible] XLI. 45.

11 Nach v. HUMBOLDT in Poggendorff Ann. XXIII. 90.

12 HERTZBERG aus Beobachtungen von 1807 bis 1827 in Edinburgh Journ. of Sc. N. XVIII. p. 293.

13 NAEZEN aus 8jähr. Beob. in Kongl. Vetensk. Acad. Handl. [illegible] 1798 nach BRANDES Witterungskunde S. 6.

14 Beobachtungen von POTTER in An Abstract of the Returns [illegible]

15 S. oben Bellmont.

16 L. v. BUCH in G. XLI. 45. Vergl. WAHLENBERG in Edinb. New Phil. Journ. N. X. p. 307.

:e	Breite	Länge	Höhe F.	Temperaturen Max.	Min.	Med.
k[1]	— —	— — —	—	— —	— —	-15°,24
. .	43°10'N.	75°12'W.	—	36°,11	—27°,77	9,30
ıver[3]						
t) in						
lame-						
. .	45 38 —	122 34 —	—	33,33	— 7,78	13,36
ruz[4]	19 9 —	96 1 —	0	35,60	16,00	25,00
5						
ıce -						
. .	5 25 —	100 19 O.	0	— —	— —	26,21
tt[6]						
:) .	41 30 —	71 18 W.	—	31,11	— 18,33	10,57
7						
Süd-)	33 49 S.	150 1 O.	0	38,33	— 2,22	18,00
ıau[8]	52 14 N.	16 22 —	—	— —	— —	9,20
ng-						
.	38 52 —	76 55 W.	—	35,50	— 26,60	13,60
ıoi						
en-						
[0] .	46 20 —	43 20 O.	396	— —	— —	13,00
otou-						
. .	58 54 —	50 12 —	600	— —	— —	— 0,87
ha-						
[2] .	54 40 —	3 28 W.	0	26,38	— 9,54	9,03

V. Wrangel's Beobachtungen. Nach Baer in Bulletin de la Petersb. T. II. N. 15.
Beob. von Prentice in An Abstract of the Returns cet.
Gairdner aus Beobachtungen im J. 1834 u. 1835 in Edinburgh il. Journ. N. XLI. p. 152. aus Max. u. Min. Der Monat Mai irt, das Mittel nach der Formel corrigirt. Vergl. Poggendorff LI. 662.
Fünfjährige Beobachtungen von Orta in v. Humboldt Neuspa-ı. IV. S. 400.
Mehrjähr. Beobachtungen, corrig. durch Brewster in Edinb. of Sc. N. XV. p. 65.
Lovell's Bericht.
Dublin Philos. Journ. N. I. p. 150.
V. Humboldt in Mém. d'Arcueil. T. III. p. 602.
Nach Wallenstein und Meigs in Amer. Philos. Trans. T. II.

F. Parrot a. a. O. Th. II. S. 50.
Kupffer in Poggendorff Ann. XV. 178.
Beob. von 1835 u. 1836 in Edinb. New Phil. Journ. N. XLI. N. XLIV. p. 372.

Orte	Breite	Länge	HöheF.	Temperaturen Max.	Min.	Med.
Wien[1] . .	48°12′N.	16°22O.	541	36°,25	—20°,00	10°,87
Williamsburg[2] .	37 5 —	77 0′W.	—	- -	- -	13,53
Williamstown[3] .	42 30 —	73 0 —	1000	- -	- -	7,08
Winter-Island[4] .	66 25 —	85 30 —	0	12,23	— 41,37	—14,16
Woronesch[5]	51 40 —	39 20 O.	—	35,00	— 37,50	8,50
Würzburg[6]	49 46 —	9 55 —	528	39,12	— 28,00	10,41
York[7] . .	53 58 —	1 6W.	—	- -	- -	9,00
Zürich[8] .	47 23 —	8 32 O.	1254	30,90	— 13,80	9,22
Zupia[9] . .	— — —	— — —	3771	- -	- -	21,50
Zwanenburg[10]	52 15 —	4 20 —	0	- -	- -	10,26
Zwellendam[11] .	34 0 S.	40 20 —	—	- -	- -	18,70

1 Baumgartner in Wiener Zeitschrift. Th. VI. S. 299. Th. VII S. 396.

2 Dreijähr. Beob. von Fauquier in Cotte Mém. T. II, p. 606. Nach Löwenberg's Tabelle.

3 Vierjähr. Beob. von Dewy in Edinburgh Phil. Journ. N. XII p. 351.

4 Richardson in Edinb. Phil. Journ. N. XXIV. p. 200.

5 Clarke Reise durch Rufsland und die Tatarei. Weim. 1812. S. 43. u. a. a. O.

6 Aus Mannh. Ephemer. Das Maximum ist zweifelhaft. Medium aus 11jähr. Beob. in Schön's Witterungskunde.

7 Poggendorff Ann. XXXIII. 216.

8 Escher nach 6jähr. Beob. in Wahlenberg de Veget. et Clim. in Helv. Sept. p. LXVII. Bibl. univ. 1837. Avril. p. 393.

9 Boussingault a. a. O.

10 Zwanzigjähr. Beob. in Brandes Beiträge S. 9.

11 Aus Meteorological Diary 1822 und 1823 in Löwenberg's Tabelle.

Die hier gegebene Tabelle, wie lückenhaft sie auch auf
n ersten Blick erscheinen mag, enthält mindestens die mittleren
hrlichen Temperaturen einer grofsen Menge über die ganze be-
ohnte Erde verbreiteter Orte, und diese Angaben sind wohl
s die genauesten zu betrachten. Ungleich weniger zuverläs-
g sind der Natur der Sache nach die absoluten Maxima und
inima, weil es bei ihrer Bestimmung ebenso sehr auf die
nauigkeit der Messung, selbst hinsichtlich der nur zu oft
r tiefe Kältegrade unzuverlässigen Thermometer, als auf die
nge der Jahre ankommt, welche die Beobachtungen um-
sen, indem ungewöhnlich hohe und tiefe, nur einzeln vor-
mmende Wärmegrade zu den nicht jährlich wiederkehren-
n Seltenheiten gehören. Dafs endlich die bis jetzt zu Ge-
te stehenden Hülfsmittel der geographischen Ortsbestimmun-
n so mangelhaft sind und man oft genöthigt ist, zu wenig
verlässigen Landcharten seine Zuflucht zu nehmen, ist ein
gemein gefühltes Bedürfnifs der physikalischen Literatur.

D. Ursachen der ungleichen Temperaturen.

127) Bei weitem die vorzüglichste Quelle der Wärme
f der ganzen Erde sind die Sonnenstrahlen, weswegen die
mperatur gegebener Orte im Allgemeinen von der nach der
gleichen Höhe der Sonne auffallenden verschiedenen Menge
selben abhängt. Inwiefern hierdurch die astronomischen
mate bedingt werden, die im Allgemeinen den physischen
ht gleich sind, ist bereits mehrmals erwähnt worden[1]. Es
terliegt durchaus keinem Zweifel, dafs die Sonnenstrahlen
höchsten Grade der Hitze zu erzeugen vermögen, die wir
hrnehmen. Zur Evidenz geht dieses aus einem interessan-
Versuche hervor, welchen DE SAUSSURE[2] angestellt hat.
liefs aus 0,5 Zoll dicken tannenen Bretern ein Kästchen
Fufs im Innern lang, 9 Z. breit und ebenso hoch verferti-
, fütterte dasselbe mit 1 Zoll dicken geschwärzten Kork-

1 Vergl. oben §. 122. Ueber die Ursachen der verschiedenen
peraturen im Allgemeinen handelt ausführlich v. HUMBOLDT in
gendorff Ann. XI. 1.

2 Reisen durch die Alpen. Th. IV. S. 109.

scheiben aus und bedeckte es mit drei in Nuten über einander eingelegten sehr durchsichtigen Glasscheiben in einem Abstande von etwa 1,5 Zoll von einander. In das Innere dieses Kästchens, durch den Erfinder *Heliothermometer* genannt, wurden Thermometer gelegt und das Ganze der Einwirkung der Sonnenstrahlen ausgesetzt. Als dieses auf dem Gipfel des Cramont geschah, wo ein in 4 Fuſs vom Boden den Sonnenstrahlen frei ausgesetztes Thermometer 6°,2 zeigte, stieg das im Innern des Apparates befindliche auf 87°,5 und ein anderes auſsen an den Korkscheiben befestigtes auf 26°,2. Auf gleiche Weise sah v. HUMBOLDT[1] am Orinoco bei 30° Temperatur der Luft im grobkörnigen granitischen Sande um 2 Uhr die Wärme bis 60°,3 steigen, während ein ebensolcher weiſser, aber feinerer und dichterer Sand 52°,5 und der Granitfelsen 47°,6 zeigte; eine Stunde nach Sonnenuntergang hatte der grobkörnige Sand eine Temperatur von 32°, der Felsen von 38°,8. Andere Erfahrungen von der unglaublichen Hitze, welche die auffallenden Sonnenstrahlen über Felsen, insbesondere über dunkel gefärbten Flächen, erzeugen, sind in so groſser Zahl allgemein bekannt, daſs ihre Erzählung im Einzelnen überflüssig seyn würde. Die Intensität der hierdurch erzeugten Wärme müſste daher ohne Grenzen zunehmen, wenn nicht anderweitige Bedingungen eine Verminderung derselben herbeiführten, deren Wirkungen so bedeutend sind, daſs eben in denjenigen Gegenden, wo die senkrecht auffallenden Sonnenstrahlen eine ganz unglaubliche Hitze erzeugen, die Nächte und die Zeiten vor Sonnenaufgang sich durch empfindliche Kälte auszeichnen. Eine dieser Ursachen ist in dem steten Aufsteigen der über den erhitzten Flächen befindlichen Luftmassen zu suchen, die sich wegen ihrer groſsen specifischen Leichtigkeit erheben und den sogenannten *courant ascendant* erzeugen, wobei dann zugleich die kälteren schwereren Luftmassen seitwärts herbeiströmen. Hieraus entsteht eine Luftbewegung, die einem mäſsigen Winde gleicht und in der Nähe dichter Gehölze, deren Umgebungen durch die Sonnenstrahlen stark erhitzt sind, stets wahrgenommen zu werden pflegt.

128) So wie die über dem Erdboden erhitzten und di-

---

1 Voyage T. VII. p. 203. bei KÄMTZ Meteor. II. 8.

h specifisch leichter gewordenen Luftmassen nach stati-
n Gesetzen aufsteigen und seitwärts befindliche kältere in
:indringen, müssen nothwendig auch die höheren kälteren
e herabsinken. Von einem solchen Herabsinken kälterer
massen überzeugt man sich in geheizten Zimmern, wo die
rsten Schichten stets kälter sind als die obersten, am auf-
ıdsten aber bei sehr niedriger äufserer Temperatur in der
: der Fenster, indem die durch gröfsere Wärmedurchleitung
'erhältnifsmäfsig dünnen Glases abgekühlten Luftmassen einen
h die Bewegung feiner Flaumfedern leicht merkbaren herabsin-
en Strom bilden, welcher selbst auf das Gefühl unangenehm
t und eine, der Gesundheit hierfür empfindlicher Personen
theilige, Zugluft erzeugt. Mehr im Grofsen gewahrt man das
iche Phänomen in Thälern unter sehr hohen Berggipfeln
neben steilen Felsenwänden, wie bereits[1] erwähnt und
i zugleich nachgewiesen wurde, dafs die Wärme, welche
h gleichzeitige Verdichtung der herabsinkenden Luft frei
, keineswegs genügt, um ihre Temperatur bis zu der der
ren Schichten zu erheben. Die Folgen dieses Processes
len noch ungleich häufiger und stärker wahrgenommen
len, wenn nicht hauptsächlich zwei anderweitige Bedin-
;en sie verminderten oder gänzlich aufhöben. Als die er-
ron diesen ist der geringe Unterschied der Temperatur für
:hmende Höhen zu betrachten, welcher nur etwa 1° C. für
Fufs beträgt, wonach also die einander berührenden
chten sich durch ungleiche Wärme überall nicht merklich
rscheiden; die zweite beruht auf dem Umstande, dafs die
ısphärische Luft höchst selten, uud man darf wohl anneh-
fast niemals, sich in völliger Ruhe befindet, die Bewe-
; aber das Herabsinken so wenig specifisch schwererer Mas-
auf gleiche Weise hindert, als dieses bei den feinen Son-
ıtäubchen der Fall ist, die blofs bei völliger Ruhe herab-
llen pflegen. Wenn daher die Luft sich in grofser Ruhe
ıdet und die oberen Schichten noch nicht durch anhaltende
ere Temperatur erwärmt sind, wie namentlich im Früh-
e oder wenn in höheren Regionen ungewöhnlich kalte Luft-
sen herbeiströmen, dann findet jenes Herabsinken in einem
:üglichen Grade statt, und scheint mir eine der Ursachen

1 S. Art. *Erde.* Temperatur. Bd. IV. S. 1059 ff.

davon zu seyn, dafs nach zahlreichen Erfahrungen, der Aehnlichkeit mit andern Erscheinungen zuwider, die Kälte in Niederungen, insbesondere in eingeschlossenen Thälern, weit intensiver ist, als auf den Höhen, und dort auf das Pflanzenleben zerstörend wirkt, statt dafs hier die Gewächse verschont bleiben.

129) Handelt es sich um die schwierige Frage, auf welche Weise das Licht im Allgemeinen und die Sonnenstrahlen im Besonderen Wärme erzeugen, so kann diese nur den Gesetzen gemäfs beantwortet werden, welche über das Wesen und das gegenseitige Verhalten des Lichtes und der Wärme aufgefunden worden sind, und die Aufgabe kann daher nur bei der Untersuchung der einen oder der anderen dieser Potenzen gründlich erörtert werden, weswegen ich dieselbe in die Wärmelehre verweise, hier mich aber damit begnüge, die hierüber herrschenden Ansichten der Physiker im Allgemeinen mitzutheilen.

Es giebt zwei Meinungen in Beziehung auf dieses dunkle Problem, welche zwar nicht selten als der Einigung fähig betrachtet werden, bei genauerer Prüfung aber als wesentlich verschieden erscheinen müssen. Nach der einen, die vom älteren HERSCHEL[1] in Gemäfsheit eigener Versuche aufgestellt wurde, sind Licht und Wärme wesentlich verschieden, strömen aber beide von der Sonne aus, durchlaufen die Räume mit gleicher Geschwindigkeit und theilen sich den Körpern auf solche Weise mit, dafs das Licht verschwindet, die Wärme aber eine solche Verbindung eingeht, vermöge deren sie auch nach dem Aufhören der wirkenden Ursache wahrgenommen wird und dann ganz andern Gesetzen folgt, als denen sie in Verbindung mit dem Lichte unterlag, indem sie namentlich von dunkeln und unpolirten Körpern aufgefangen und aus diesen wieder ausströmend die Luft nur langsam durchdringt, statt dafs sie mit dem Lichte verbunden eine diesem gleiche Geschwindigkeit besafs. Nach einer andern, durch BIOT aufgestellten Meinung sind Licht und Wärme nicht wesentlich verschieden, sondern blofs Modificationen einer und derselben

1 G. VII. 137. X. 68. XII. 521. Wegen der weiteren Litteratur s. *Wärme*; Ursprung derselben.

2 Traité de Physique expér. et math. T. IV, p. 612.

ätherischen Flüssigkeit, die sich bei der bekannten erstaunlichen Geschwindigkeit als Licht, bei bedeutend verminderter als Wärme zeigt. Da es hier nicht am gelegenen Orte ist, auf eine nähere Prüfung der einen oder der anderen dieser Hypothesen einzugehn, so möge die Bemerkung genügen, dafs beide ursprünglich auf die Emanationstheorie vom Lichte gegründet sind, ob und wie weit sie aber mit der jetzt allgemein angenommenen Undulationstheorie verträglich sind, ist noch von keinem Physiker gründlich untersucht worden, dennoch aber hat man sie beide ihrem Wesen nach insofern beibehalten, als man annimmt, die (sogenannten) Lichtstrahlen seyen von Wärmestrahlen begleitet und das Licht werde in den Körpern zu Wärme umgewandelt.

Bei der ausnehmend grofsen erwärmenden Kraft der Sonnenstrahlen müfste die täglich in so reichlichem Mafse erzeugte Wärme bald alle denkbare Grenzen überschreiten, wenn nicht gleichzeitig eine fortwährende Verminderung derselben statt fände. Nach den Untersuchungen, welche vorzüglich WELLS und einige Gelehrte nach ihm über die Phänomene der Thaubildung angestellt haben, nimmt man allgemein eine *Strahlung* an, vermöge deren die Wärme von der Erde dem weiteren Himmelsraume wieder zuströmt, und zwar in dem Mafse, dafs durch beide Processe, die Wärmebildung und Strahlung, das Gleichgewicht der bestehenden Temperatur auf der Erdoberfläche als ein constantes fortdauernd erhalten wird. Die sehr nahe liegende Frage, was aus der in den Himmelsräumen sich ansammelnden Wärme weiter werde, wird in der Regel nicht beantwortet[1]. BIOT deutet jedoch an, es dürfe wohl ein unbekannter Procefs existiren, vermöge dessen die Wärme des Himmelsraumes der Sonne wieder zuströme, um dann den früheren Kreislauf abermals zu beginnen; dagegen werden die Phänomene der sehr ungleichen Erkaltung verschiedener Körper und Gegenden allgemein von einem ungleich starken Strahlungsvermögen derselben abgeleitet. Die Hypothese[2] in dieser Einfachheit ist auf jeden Fall sehr leicht,

1 Nach FOURIER und POISSON theilen Fixsterne und Planeten dem Weltraume stets Wärme mit.

2 Ueber die Gründe, wodurch man dieselbe zu unterstützen suchte, namentlich die Versuche mit dem Aethrioskop, s. *Wärme*.

sobald man das Entweichen der Wärme aus einer Strahlung ableitet und die Stärke der letzteren dem Grade der Abkühlung proportional annimmt, ohne die Frage zu beantworten, welches Verhältniſs zwischen der Wärme und der eigenthümlichen Beschaffenheit der mehr oder minder strahlenden Erdoberfläche obwaltet. Zu welchem Resultate aber die genauere Untersuchung über die Ursache und die Bedingungen des Verlustes der einmal vorhandenen Wärme der Erdoberfläche führen möge, so ist dennoch unwidersprechlich ausgemacht, daſs die Erzeugung der Wärme durch die Sonnenstrahlen Hauptbedingung der Temperatur der verschiedenen Orte und daher auch ihrer Abnahme nach den Polen hin, so wie des Wechsels nach Tags- und Jahreszeiten sey. An diese, die ihrer Wichtigkeit wegen isolirt hingestellt zu werden verdient, lassen sich dann die übrigen nach der Gröſse ihres Einflusses anreihen.

a) Ungleiche Wärme des Bodens.

130) Im ersten Abschnitte sind die Gründe entwickelt worden, die zu der Annahme berechtigen, daſs unser Erdball ursprünglich im feurig flüssigen Zustande war, dann allmälig auf seiner Oberfläche abgekühlt worden ist und sich jetzt in einem Zustande bleibenden Gleichgewichts zwischen der durch den Einfluſs der Sonnenstrahlen abwechselnd wachsenden, durch anderweitige Bedingungen (hauptsächlich Strahlung) aber wieder abnehmenden Wärme befindet, deren gegenseitiges Verhalten die sogenannte mittlere Temperatur der Orte zur Folge hat. Wären diese überhaupt und einander entgegenwirkenden Ursachen sich überall gleich und bloſs die Höhe der Sonne verschieden, so müſsten die Temperaturen nach einem regelmäſsigen Gesetze mit zunehmender Polhöhe abnehmen und unter gleichen Breiten- und ungleichen Längengraden mit unbedeutenden Abweichungen einander gleich seyn. Inzwischen sind die Unterschiede der Temperaturen des westlichen Europa von denen unter gleichen Breiten in Nordamerica und Nordasien so auffallend verschieden, daſs die Gelehrten seit geraumer Zeit bemüht waren, die Ursachen hiervon aufzufinden. Alles was sich hierüber bisher zur Erklärung dieser auffallenden Anomalie sagen lieſs, indem die Temperaturen der südlichen

-kugel mit denen des nördlichen Theiles von America und
Asien sehr gut übereinstimmen, an der Westküste Ame-
s aber und in einem noch weit höheren Grade an der
tküste Europa's eine ungewöhnliche Wärme vorherrscht,
le von mir bereits oben[1] und noch gründlicher durch Kämtz[2]
ebracht, woraus sich ergiebt, dafs der Golphstrom theils
ttelbar, theils mittelbar durch seinen Einflufs auf die Witte-
sverhältnisse der von ihm bespülten Küsten als eine vor-
che Ursache dieser Anomalie zu betrachten ist. Es blieb
die auffallende Bodenwärme der äufsersten Districte
'egens von mir nicht unbemerkt, die kaum als eine Folge
lie Küste bespülenden wärmeren Meeres gelten kann, und
he Gelehrte[3] haben daher überhaupt die aufgestellten Ur-
n dieser Anomalie für ungenügend gehalten. Inzwischen
e ich jetzt den eigentlichen Grund dieses sonderbaren
omens aufgefunden zu haben, wie bereits oben §. 56 an-
ıtet worden ist, und diese neue Ansicht der Sache scheint
vegen sehr nahe liegender Verbindung mit andern Er-
nungen von grofser Wichtigkeit zu seyn.

131) Cordier[4] hat im Allgemeinen geäufsert, die bereits
irte und somit von ihrer ursprünglichen Hitze abgekühlte
e der Erde habe vielleicht nicht überall gleiche Dicke.
r Satz, welcher mit seiner Theorie über die Verände-
n, wodurch unser Erdball seinen jetzigen Zustand er-
ı mufste, im genauen Zusammenhange steht, bietet sich
/orstellung leicht dar und fällt mit einem andern zusam-
wonach die äufsere Rinde der Erde immerhin an eini-
itellen noch einen merkbaren Theil ihrer früheren Hitze
halten haben könnte, er bleibt jedoch ohne nähere Be-
ıung stets in der Sphäre einer blofsen sinnreichen Hypo-
. Meine Untersuchungen über die Temperatur des Mee-
ındes führten jedoch unerwartet zu einigen Resultaten,
ür dieses Problem einen sichern Haltpunct geben und
ı sich dann einige sehr nahe liegende höchst interessante
rungen knüpfen lassen.

S. Art. *Erde.* Bd. III. S. 1004.
Meteorologie. Th. II. S. 77.
Vergl. Dove in Poggendorff Ann. XI. 581.
Bibliothèque univ. T. XXXVII. p. 105. Vergl. §. 3.

Beim Ueberblicke der Tabelle über die Temperaturen d
Meeres[1] mufs sogleich auffallen, dafs im völligen Widerspr
che mit der allgemeinen Regel, wonach die Wärme mit d
Tiefe abnimmt, vom 60sten bis zum 80sten Breitengrade
einem Streifen, welcher etwa 5 bis 10 Grade östlich und we
lich vom Greenwicher Meridiane liegt, die Temperatur in
Tiefe wächst und an einigen Stellen nicht blofs höher
als an allen übrigen bekannten Orten unter gleichen Breit
graden, aber gröfserer westlicher und östlicher Länge, sond
auch eine mit der Natur jener Orte durchaus unvereinb
Höhe erreicht. Zu gröfserer Bequemlichkeit setze ich ein
dort angegebene vorzügliche Puncte her. Unter 61° N. B.
W. L. mafs Sabine[2] an der Oberfläche 9°,6 und in 470 La
ter Tiefe 8°,3; unter 66° N. B. und 5° östl. L. fand Fran
lin in 260 Faden Tiefe 5°,2, nur 0°,9 weniger als an
Oberfläche. Höhere Breiten gaben noch auffallendere Res
tate. So fand Franklin unter 77° N. B. und 12° östl. L.
700 Lachter Tiefe 6°,1, während die Oberfläche nur 0
zeigte, und Scoresby unter 78° N. B. 0° L in 761 Lac
Tiefe 3°,3, obgleich die mit Eis bedeckte Oberfläche bis
Gefrierpuncte des süfsen Wassers erkaltet war. Dafs
Franklin und Beechey unter 80° N. B. 11° östl. L. mi
zwischen Eisschollen, welche die Temperatur der Oberfl
bis 0° und darunter herabbrachten, in 185, 217 und 140
den Tiefe 2°,5, 2°,8 und 2°,5, Fischer aber an dersel
Stelle oder unweit derselben in 60, 100 und 140 Faden T
sogar 7°,8, 7°,9 und 8°,0 mafs, kann nicht anders als
höchsten Grade befremdend erscheinen. Bei einigen Mes
gen, namentlich von Scoresby und Franklin, zeigt
augenfällig, dafs die Wärme mit zunehmender Tiefe wä
was der allgemeinen Regel ganz zuwider ist, nach wel

1 S. Art. *Meer* Bd. VI. S. 1678.

2 Dafs Ross an derselben Stelle in 950 Faden Tiefe nur
erhielt, kann die Angabe nicht verdächtigen, vielmehr ist diese T
peratur in so beträchtlicher Tiefe unter jener Breite und bei 5° W
me an der Oberfläche des Meeres gleichfalls sehr hoch. Es sind
für beide Messungen nur ganze Grade der Breite und Länge ang
ben, die Erfahrung ergiebt aber, dafs auch an anderen Orten,
mentlich oberhalb Spitzbergen, die warmen und kalten Puncte
bei einander liegen.

s Wasser des Meeres nach unten kälter wird, und bloſs die
›r untersuchten Stellen und einige zwischen den Antillen
ch v. HORNER's[1] Erfahrungen machen, so viel mir bekannt,
ıe Ausnahme von diesem allgemeinen Gesetze. Ebenso leicht
›r, als die letztere Anomalie aus unter dem Meere befindli-
en Kratern in jener an Vulcanen so reichen Gegend erklär-
r wird, ebenso schwierig ist es, für die ersteren einen ge-
genden Erklärungsgrund zu finden, wenn man nicht eine
jenem Tractus statt findende höhere Temperatur des Bo-
ns annehmen wollte, wie bereits früher untersucht worden
[2]. Um die Thatsache selbst übersichtlicher darzustellen, habe
ı auf der Polarcharte, welche die Isothermen der nördlichen
dbkugel enthält, einige von denjenigen Puncten mit einem
›rnchen bezeichnet, an denen eine auffallend hohe Tempe-
ur in der Tiefe gefunden wurde. Sind gleich die bis jetzt
kannt gewordenen Messungen zur gründlichen Entscheidung
r Frage über die Temperatur des Meeresbodens an den ge-
nnten Stellen keineswegs völlig genügend, insofern nicht
ımal angegeben ist, ob und wo der Grund des Meeres
rklich erreicht wurde und nach welchem Gesetze die Tem-
ratur mit der Tiefe zunahm, so geht doch aus der Verglei-
ung der erhaltenen Resultate mit denen, die unter östlicher
d westlicher liegenden Meridianen bei gleichen Polhöhen
funden wurden, unverkennbar hervor, daſs auf dieser Strecke
ıe unnatürliche Wärme des Meeres in der Tiefe vorherrscht.
ird diese Thatsache mit einer andern, ebenso auffallenden,
Verbindung gesetzt, daſs nämlich der Boden an vielen Stel-
ı Lapplands unter dem hohen Schnee niemals gefriert[3], wäh-
ıd er unter gleichen Breitengraden in Sibirien und America
›mals aufthauet, so kann man kaum umhin, hieraus einige
chst wichtige Folgerungen abzuleiten und diese mit andern
sachen in Verbindung zu setzen, welche einzeln oder ver-
t die Abweichung der Temperaturen von demjenigen Ge-
ze, welches durch die ungleiche Höhe der Sonne gegeben
rd, bedingen und namentlich die so viel besprochene grö-
re Wärme der Länder an der Westküste Europa's im Ge-

---

1 S. Art. *Meer*. Bd. VI. S. 1682.
2 Ebendas. S. 1684 ff.
3 S. Art. *Erde*. Bd. IV. S. 999.

gensatze der ausnehmenden Kälte der südlichen Halbkugel, wie Nordamerica's und Sibiriens, zur Folge haben.

132) Darf in Gemäfsheit der beigebrachten Thatsachen erwiesen gelten, dafs die Strecke der Erdkruste, die im M ridiane von Greenwich von etwa 50° N. B. an bis über 80sten Breitengrad hinaus liegt, bis zu geringerer Tiefe re cirt und somit noch nicht auf gleiche Weise als die übri Theile den jedesmaligen Polhöhen gemäfs abgekühlt ist dafs die stärkere Abkühlung nach beiden Seiten hin allm wächst, bis sie in einem Abstande von etwa 95 bis 120 L gengraden ihr Maximum erreicht, so mufs die mittlere Te peratur auf dieser Strecke verhältnifsmäfsig am höchsten s und mit der Entfernung hiervon abnehmen, bis sie an angegebenen Grenzen ihr Minimum erreicht. Zunächst sch es zwar am natürlichsten, dafs nur ein einziges Minimu Wärme 180° von dem angegebenen Maximum entfernt funden werde, die Erfahrung ergiebt aber gerade das Ge theil, indem entweder gleichfalls wegen minderer Abkühl des Bodens[1] oder aus andern Gründen in ungefähr 180° A stand von der angegebenen Strecke gleichfalls ein wärm Tractus liegt. Zur besseren Uebersicht habe ich diejeni Puncte, wo die ausgezeichnete Wärme in der Tiefe gefun wurde, durch eine punctirte Linie vereinigt. Wird dabei angegebene Bodenwärme in Norwegen gleichfalls berücksi tigt, so erhält man zwei Zweige dieser thermischen Lin sich am nördlichen Ende Spitzbergens vereinigen, von w die dann gegebene Linie in ihrer Fortsetzung entweder dem astronomischen Pole oder westlich neben demselben[2]

1 Eigentliche Messungen der Temperatur des Meeres in d Gegend sind mir nicht bekannt und dürften sich nur in schw gänglichen Werken finden, wenn sie überhaupt vorhanden sind, sich bezweifeln läfst. Die in der Tabelle Bd. VI. S. 1678 ang nen wenigen Messungen von Lenz und Horner führen unverke auf eine mit der Tiefe wachsende Abnahme der Temperatur, wi ses der Regel gemäfs ist, und reichen nur bis zum 58sten Bre grade. Die zahlreichen Vulcane auf Kamtschatka und auf den In gruppen, welche rechts und links zerstreut liegen, wenn man der Behringsstrafse aus die Richtung nach Süden verfolgt, deuten gegen unverkennbar auf ein Emporkommen der inneren Erdwärme

2 Diese westliche Richtung ist auf jeden Fall die wahrsch liche, denn Franklin erhielt unter 81° N. B. und 10° östl. Länge

ır Behringsstrafse fortläuft. Verfolgt man diese Betrachtun-
:n weiter, so bietet sich ungesucht die Folgerung dar, dafs
eser wärmere Strich die zu beiden Seiten liegenden Kälte-
ıle trenne und die sie umgebenden isothermischen Linien be-
nge. Man kann demnächst kaum umhin, noch eine andere
ılgerung hieran zu knüpfen, die so nahe liegt, dafs man un-
illkürlich darauf geführt wird. Die Vergleichung der iso-
ermischen Linien auf dem beigegebenen Chärtchen mit den
oklinen und isodynamischen Linien[1] zeigt sofort, dafs die
:iden Kältepole mit den beiden magnetischen genau zusam-
enfallen, wie BREWSTER[2] und mehrere Andere bereits be-
:rkt haben. Wenn man aber berücksichtigt, dafs im In-
rn der Erde, ihren Kern als glühend vorausgesetzt, gar kein
ıgnetismus vorhanden seyn kann, sofern dieser mit der
ühhitze unverträglich ist, so folgt hieraus mit einer gewis-
ı Nothwendigkeit, dafs derselbe in der Erdrinde seinen Sitz
ben müsse, und es ist dann nicht mehr eine kühne, nach
ı neuesten thermomagnetischen Entdeckungen wohl kaum
erhaupt noch eine Hypothese, ihn für Thermo-Elektro-Magne-
mus zu halten[3]. Wäre endlich hierdurch entschieden, dafs

Faden Tiefe noch 1°,1 Wärme, PARRY aber unter 81°,5 N. B. und
' östl. Länge in 400 Lachter Tiefe — 1°,1 C. Ob man aber diese
ie der geringsten Wärme als eine regelmäfsig gekrümmte betrach-
und hiernach ihre Richtung bestimmen dürfe, das ist eine andere
l sehr schwierige Frage.

1 S. Charte IV. in Bd. VI.

2 Edinburgh Journ. of Sc. New Ser. N. VIII. p. 315. Poggen-
:ff Ann. XXI. 323. HANSTEEN machte zuerst auf die Aehnlichkeit
Isothermen und Isoklinen aufmerksam. S. Untersuchungen u. s. w.
XII.

3 Vergl. *Magnetismus*. Bd. VI. S. 1081. Durch Zufall wurde ich
Herbst 1829 darauf geführt, dafs die durch FRESNEL zuerst wahr-
ommenen, durch POUILLET, PFAFF und Andere gleichfalls beobach-
n Drehungen eines an einem Coconfaden unter einer Campane auf-
ıngenen Coulomb'schen Waagebalkens Folgen der durch Wärme
Glase, im Eise, im Thone und vermuthlich in allen Körpern,
ıt in Metallen, erregten Elektricität sind. S. Poggendorff Ann.
. 417. LENZ hat sich später gegen diese Resultate erklärt, s. ebend.
V. 24. XXXV. 72., und zwei Sätze aufgestellt, indem er zuerst
Elektrischwerden des Glases durch Wärme überhaupt für unstatt-
erklärt, und daher zweitens die Bewegungen des Waagebalkens
Folge der durch Wärme erzeugten Luftströmungen betrachtet. Der
: Satz ist unterdefs durch BECQUEREL's Versuche widerlegt worden,

die magnetischen Pole in denjenigen Puncten unserer E
liegen, wo die äufsere Rinde unseres Planeten am stärks
abgekühlt ist, so hört die bis jetzt unerklärte Wanderung d
magnetischen Pole auf, noch ferner ein unauflösliches Rät
zu seyn, und erscheint vielmehr als eine nothwendige Fo
jener veränderlichen Abkühlung[1]. Wir können diese Schl

s. dessen Traité expérimental de l'Électricité et du Magnétisme.
1834. T. II. p. 70 fgg., rücksichtlich des zweiten Satzes kann ich nur
bereits Gesagte, s. Poggendorff Ann. XXIX. 331., wiederholen. W
entfernt, behaupten zu wollen, dafs die Bewegungen, welche L
seinem Apparate wahrnahm, nicht von Luftströmungen herrührten
ich zugleich völlig überzeugt, dafs sie bei dem meinigen Folge
Elektricität des Glases und der geringeren des Eises und The
ren, und dieses Resultat wird sich allezeit herausstellen, wenn
Apparat dem von mir deutlich beschriebenen genau nach
ist. Abgerechnet, dafs die Drehungen des Waagebalken
Fresnel's, Pouillet's und meinen eigenen Versuchen in etwa
verdünnter Luft noch leichter erfolgen, als in atmosphärische
habe ich wiederholt das Holundermarkkügelchen zusammt dem W
gebalken gegen die Wandung des Glases, wie dieses bei elektr
Conductoren häufig geschieht, fliegen gesehn, wenn die Erw
etwas stärker war. Da dieses nur in Folge elektrischer Erreg
schehn kann, so ist damit die Erklärung des Phänomens entsch
indem man mir nicht zutrauen wird, dafs ich eine solche Th
dem Publicum aufzubürden beabsichtigen sollte. Der gläserne A
ist noch an seiner ursprünglichen Stelle vorhanden und zeig
dauernd den Unterschied der äufseren Temperatur und der de
mers, sobald dieser bis etwa 8° R. steigt. Dabei hat sich fo
gende merkwürdige und mir unerklärliche Veränderung heraus
Die schöne und vorzüglich helle Halbkugel war im Sommer 18
Austrocknen der Bodenscheibe in 3 grofse Stücke zersprungen.
habe ich blofs mit aufgelöstem arabischem Gummi zusammeng
und so den Apparat wieder hergestellt. Seitdem ist er im Gan
empfindlicher geworden, namentlich ist es unmöglich, den Bal
180° durch Anhalten der warmen Hand herumzudrehn, aufserd
wird jetzt, im Gegensatze der früheren Erscheinung, nicht das H
dermarkkügelchen, sondern das mit Blattgold belegte Ende des
gebalkens von der durch die Hand 15 bis 30 Secunden lang er
Stelle angezogen, wenn der Abstand nicht über 100 bis 120 Gr
trägt; das genäherte Ende bleibt dann aber, wenn es dieser S
gerade gegenüber steht, so wie früher das Holundermarkküg
ungeachtet fortdauerder Erwärmung, in vollkommener Ruhe und
sich von einer solchen durch stärkere Erwärmung einer andern
oder gar nicht entfernen.

1 Vor allen verdienen die zahlreichen Untersuchungen von

den Vorwurf allzugroſser Kühnheit noch weiter verfol-
und die aufgestellten Sätze mit den erwiesenen Hebungen
er Theile Skandinaviens und den Senkungen von Grön-
Küste in Verbindung setzen. Grönland hatte ehemals
milderes Klima, eine gröſsere Wärme, namentlich des Bo-
, als gegenwärtig, und der eine Magnetpol lag daher west-
weiter entfernt, nach gröſserer Abkühlung des Bodens ist
magnetische Pol näher gerückt und Grönlands Küsten zei-
seit den letzten 100 Jahren, eine entschiedene Senkung[1],
der skandinavischen Halbinsel dagegen fällt die gröſsere
nwärme mit den bekannten Hebungen zusammen, die
der sinnreichen Hypothese des scharfsinnigen L. v. Buch
nnen heraus bewirkt werden[2], und der östliche Magnet-
muſste daher weiter nach Osten gerückt werden.

Die beiden letzteren Sätze sind allerdings hypothetisch,
nzen aber fallen eine solche Menge von ausgemachten
achen zusammen und die angegebenen Folgerungen gehn
gezwungen unmittelbar daraus hervor, daſs der Beifall
llgemeinen kaum fehlen kann[3]. Uebersieht man zur Prü-
derselben namentlich die isothermischen und die isogeo-
ischen Linien, so drängt sich unwillkürlich die Idee ei-
röſseren Bodenwärme in der bezeichneten Gegend auf,
üssen ihre Existenz einmal annehmen und die angege-
geringere Abkühlung des Bodens erscheint in Gemäſsheit
eigebrachten triftigen Gründe als hauptsächliche Ursache

---

ichtigt zu werden, welcher den Zusammenhang der magnetischen
ermischen Verhältnisse unserer Erde nachgewiesen hat. Poggen-
Ann. XXVIII. 49. XXXIV. 68.

[1] Man will ebendaselbst im verflossenen Jahrhunderte eine Ab-
der Temperatur bemerkt haben. S. Voigt's Magazin. Th. IX.

[2] Vergl. Art. *Meer*. Bd. VI. S. 1604.

[3] Es würde zu weit führen, wenn ich alle die vielfachen Folge-
hier aus der Hypothese ableiten wollte, die ungezwungen
hervorgehn, deren innerer natürlicher Zusammenhang jedoch
auffällt. Unter andern erinnere ich nur an die oben Th. VII.
aufgestellte Erklärung der Nordlichter. Die beiden groſsen
ente sind durch groſse Wasserstrecken, beide warm, die eine
sweise, durchschnitten, welches auf die elektrische Erregung,
gnetpole, den Ort der Nordlichter und die Declination der
nadel den vorhandenen Einfluſs nothwendig äuſsern muſs.

derselben, jedoch giebt es auch noch andere mitwirkende, di
demnächst untersucht werden sollen.

133) Man nimmt an, dafs die Isothermen sich unter etw
180° der Länge auf gleiche oder ähnliche Weise nördlich b
gen, als dieses unter dem Meridiane von ungefähr 0° der F
ist, und dafs sie somit lemniscatenförmig in sich selbst z
rücklaufende Curven bilden. Ob dieses wirklich der Fall s
kann wegen Mangels an genügenden Beobachtungen zwar ni
mit Gewifsheit, wohl aber mit Wahrscheinlichkeit angeno
men werden. Ausgemacht ist, dafs in der Gegend auf beid
Seiten des Meridians von 180° an der asiatischen und am
canischen Küste die Temperatur ungleich milder ist, als
Continente beider Welttheile. Aufser dem, was hierüber
reits angegeben worden ist, dienen noch folgende That
zum Beweise. KOTZEBUE[1] fand an der Westküste Am
unter etwa 55° 36' N. B. die Temperatur milder, als an
Ostküste Asiens zu Kamtschatka unter gleicher Breite, und
ter 57° N. B., bei Neuarchangel milder, als selbst in Eu
unter gleicher Breite, und dennoch ist der Winter in Ka
schatka gelinder als in Sibirien unter gleichem Parallel.
Sitka unter 57° 3' N. B. fand LÜTKE[2] die mittlere Tem
ratur = 7°,25, weit höher als im asiatischen und ameri
schen Continente, obgleich niedriger als z. B. zu Aber
unter 57° 9' N. B., wo sie 8°,64, und zu Bergen unter
24' N. B., wo sie 8°,18 beträgt. Auch SCOULER[3] red
dem grofsen Unterschiede der Temperaturen an der östl
und westlichen Küste America's, indem unter andern die
wohner von Quebeck gegen die gröfste Kälte zu kämpfen
ben, während die Bewohner von Columbia unter ung
gleicher nördlicher Breite fast nackt gehn, und auch die
her liegenden aleutischen Inseln haben wegen steter Fe
tigkeit zwar keine warmen Sommer, aber auch keine kalten W
ter[4]. Ebendieses Resultat geht hervor aus einer Vergleic
von Fort Vancouver mit Montreal, jenes unter 45° 38',
ses unter 45° 31' N. B., wo die mittlere Temperatur

1 Neue Reise um die Welt. Weim. 1830. S. 19.
2 London and Edinburgh Phil. Mag. N. VI. p. 427.
3 Edinburgh Journal of Science N. XII. p. 351.
4 LANGSDORF Reisen. Th. II. S. 55.

°,36, hier 7°,6 beträgt[1]. Es könnte seyn, dafs in der Strecke
ter etwa 180 Graden der Länge die Erdkruste gleichfalls
:ht so vollständig abgekühlt wäre, als die grofse Wärme
ter 0° uns schliefsen läfst, bestimmte Thatsachen sind hier-
er jedoch nicht bekannt, auch ist nicht nöthig, zu dieser
rpothese unsere Zuflucht zu nehmen, denn die Wärme
, wie der Unterschied der Temperaturen namentlich zu
ka und Aberdeen zeigt, unter 180° der Länge bei weitem
ringer als unter 0° und die ungewöhnliche Wärme der letz-
en Gegend erstreckt sich einestheils bei weitem nicht so
ch hinauf, indem MALASPINA[2] unter 60° N. B. das Was-
im Hafen Dessengaño im Juni noch mit Eis bedeckt fand
d KOTZEBUE[3] in der Eschscholtzbai unter 66° N. B. im
gust wegen grofser Eismassen nicht weiter vordringen konnte,
lerntheils läfst sich die höhere Wärme jener Gegenden
:ht aus andern Ursachen erklären, die aufser der angegebe-
n die Temperatur und hauptsächlich die mittlere bedingen.
hin gehören vorzüglich die

b) Strömungen des Meeres.

134) Der Einflufs des Golphstromes ist bereits in dieser
ziehung gewürdigt worden, aufserdem aber findet eine allge-
ine Strömung des Meeres in der Art statt, dafs die wärmeren
assermassen aus niederen Breiten neben den brittischen Kü-
:n vorbei über Spitzbergen hinaus strömen. WHEWELL[4]
t diesen Gegenstand genauer untersucht und nachgewiesen,
fs eine solche Strömung, die er *Wellenströmung* nennt und
Folge der Wellenbewegung betrachtet, selbst unter dem Nord-
le hin sich bis zur Behringsstrafse erstreckt. Sie mufs der Natur
r Sache gemäfs hauptsächlich eine oberflächliche seyn, da das
rmere Wasser, als specifisch leichter, sich nach der Ober-
:he hinzieht; wenn aber das Wasser in der Gegend der
ıettländischen Inseln und hauptsächlich neben Spitzbergen
ſserdem noch von unten herauf erwärmt wird und die ganze

1 Compte Rendu 1835. p. 267. Daraus in Poggendorff Ann. XLI.

2 V. HUMBOLDT Neuspanien. Th. II. S. 277.
3 Dessen Reise. Th. II. S. 143.
4 Philos. Trans. 1833. P. I. p. 189.

Wassermasse sich in der angegebenen Richtung bewegt, mufs hierdurch nothwendig eine Milderung der Temperat bis zur Behringsstrafse bedingt werden. Ein Theil dieses wä meren Wassers gelangt ohne Zweifel durch eine Bewegu nach Osten auch an die Westküste von Nowaja Semlia und dann eine von den Ursachen, welche die mildere Tempera dieser Küste im Gegensatze der östlichen erzeugen, so d die gröfsere Anhäufung des Eises, von welcher Baer[1] d sen Unterschied ableitet, vielmehr als eine Folge der ebe genannten Ursache zu betrachten wäre. Auf die nämliche U sache läfst sich dann auch die Erscheinung zurückführen, d das Meer in einiger Entfernung von den Nordküsten Sibiri unter 75° N. B. in der Gegend von Kotelnoy, den Münd gen der Lena und des Kolyma gegenüber, später und we ger gefriert als an diesen selbst[2]. Das in der angegeb Richtung strömende Wasser kann aber seine Wärme nicht l ger beibehalten, als bis es zur Behringsstrafse gelangt, vermag daher zur Erwärmung der Küsten unter niedri Breiten wenig oder nichts mehr beizutragen, da es auf langen Strecke seine höhere Temperatur ganz oder mindest zum bei weitem gröfsten Theile abgegeben haben mufs, mildere Temperatur der nördlicher liegenden Westküste America wird aber durch eine andere Strömung bedingt, we die wärmeren Wassermassen aus niederen Breiten in die genden führt, denn Kotzebue[3] bemerkt ausdrücklich, an denjenigen Stellen, die ihm dort eine so auffallend Temperatur zeigten, einen dicht an der Küste hinlauf nördlichen Strom wahrgenommen habe. Umgekehrt gieb auch Kälte bringende Strömungen, unter denen diejen welche das tief erkaltete Wasser und ungeheure Eismassen dem Polarmeere der Ostküste Nordamerica's zuführt, am kanntesten ist, mehr als diejenige, welche aus der Behri strafse herabfliefsend die Temperatur der östlichen Küste N asiens unter diejenige der gegenüber liegenden Westküste N america's herabdrückt.

---

1 Bulletin de la Soc. des Sc. de Petersb. T. II. N. 15.

2 V. Wrangel physikal. Beobacht. herausgegeben von Par S. 11.

3 A. a. O.

c) Luftströmungen und Winde.

135) Bei weitem die allgemeinste und wirksamste Ur-
che, wodurch die Temperaturverhältnisse bedingt werden,
: in den Luftströmungen zu suchen, und ich möchte dreist
haupten, dafs die Wichtigkeit dieser Ursache von den Me-
orologen bei weitem nicht nach ihrer ganzen Bedeutsamkeit
würdigt worden sey, denn sie erscheint mir als die einzige,
oraus die räthselhaften Ungleichheiten der Temperaturen nicht
wohl verschiedener Orte, als vielmehr verschiedener Zeiten
ıd Jahre an denselben Orten erklärbar werden. Die oben
128 erwähnte Erscheinung der Nachtfröste, welche bei ru-
ger Luft die Pflanzen, hauptsächlich in den Niederungen,
rstören, möchte ich aus einem Herabsinken kälterer Luft-
assen erklären[1], noch mehr aber die ungleich heifsen Som-
er und kalten Winter aus dem Einflusse südlicher oder nörd-
:her Luftströmungen. Die gemeinsten allbekannten Erfahrun-
n geben hierüber eine genügende Menge von Thatsachen an
e Hand. Wie wollen wir den so aufserordentlichen Unter-
hied der heifsen und kühlen Sommer, der milden und stren-
en Winter erklären? Eine ungleiche Erwärmung durch die
onnenstrahlen ist ganz unzulässig, denn sonst müfsten die
eiteren Sommer bei scharfer trockner Luft die heifsesten, die
:hwülen, von trocknen und feuchten Nebeln oder Wolken
egleiteten, dagegen die kältesten seyn. Noch ungleich auffal-
nder stellt sich jedoch der Widerspruch bei der Winterkälte
eraus, die allezeit bei heiterem Himmel am stärksten, bei
rübem und feuchtem dagegen am gelindesten ist. Meistens
eitet man die Kälte im Frühjahre, welche die sogenannten
achtfröste herbeiführt, aus einer stärkeren Strahlung ab, die
ei heiterem Himmel gröfser als bei bedecktem seyn soll, al-
in nicht zu gedenken, dafs diese Strahlung allezeit noch als
ne kühne, rücksichtlich der eigentlich dabei wirksamen Ur-
iche noch keineswegs genau bestimmte Hypothese besteht,
ann man, ohne der wissenschaftlichen Forschung Gewalt an-

---

1 Bekanntlich findet man die Ursache hiervon in einer stärkeren
trahlung; aber warum sollen Niederungen und Thäler stärker strah-
n? Das Gegentheil, eine geringere Strahlung, müfste statt finden,
a die von ihnen ausgehenden Radien nicht die ganze innere Halb-
ugel des Himmels treffen.

zuthun, die ungleiche Sommerhitze ebenso wenig, als insb
sondere die ungleiche Strenge der Winter aus derselben a
leiten. In heifsen Sommern haben wir oft Wochen lang b
Tage und bei Nacht heiteren Himmel, ohne dafs Abkühlu
erfolgt, die nicht selten gerade dann eintritt, wenn am Abe
Wolken entstehn und dem gemeinen Sprachgebrauche na
die Hitze sich durch Wetterleuchten abkühlt. Noch auffalle
der ist dieses im Winter. Aus langer Erfahrung erinnere i
mich vieler Winter, in denen es oft anhaltend bei Tage u
bei Nacht heiter war, dennoch aber gehörten sie zu den g
linden; in anderen fiel bei trübem Himmel eine Menge Sch
herab, bedeutende Strahlung, die der Theorie nach von d
weifsen Schneefläche noch geringer seyn müfste, konnte nicht st
finden, aber dennoch trat sofort eine empfindliche Kälte ei
Noch im December 1837 hatten wir einige Tage anhalt
heiteres Wetter bei sehr milder Temperatur, obgleich vo
schon Frost statt gefunden hatte und daher der Boden ber
abgekühlt seyn mufste, im Januar 1838 aber trat nach vo
ausgegangener Trübung und etwas Schnee eine anhalte
strenge Kälte ein. Unmöglich kann die ohnehin als *quali*
occulta existirende Strahlung wie ein *deus ex machina* in A
spruch genommen werden, um diese abnormen Erscheinung
zu enträthseln.

Um vieles leichter und consequenter werden dieselben
Luftströmungen erklärt, wenn wir annehmen, dafs k
Massen aus der Polarzone oder von östlichen Gegenden h
kommend und auf ausgedehnte Strecken herabsinkend K
bringen, statt dafs wärmere aus südlichen und westlichen R
gionen Wärme herbeiführen. Diese ungleich wahrscheinlich
Hypothese wird leicht durch eine Menge Argumente unt
stützt. Zuerst erklärt sich hieraus leicht der nicht selten plö
liche Uebergang von Wärme zur Kälte und umgekehrt,
wie das längere Anhalten der einmal eingetretenen Veränd
rung, die als eine nothwendige Folge des Beharrungszusta
des bei so bedeutend grofsen bewegten Massen zu betrach
ist. Hiermit möchte ich in Verbindung bringen, dafs der allg
meine Charakter der Witterung sich hauptsächlich dann entsch
det, wenn in den Solstitien und Nachgleichen der Vor- u
Rückgang der Sonne das Aufsteigen der Luftmassen in d
äquatorischen Zone erzeugt und dadurch die Strömungen d

grenzenden, nach der einen sowohl als nach der entgengesetzten Richtung, in verschiedenen Schichten über nander bedingt, wobei es von unbekannten, wahrscheinh mit den tropischen Regen zusammenhängenden Ursaen abhängt, ob die von Süden her nach den Polen h hinwälzenden Massen oder die ihnen entgegengetzten in der Art die Oberhand erhalten, dafs sie sich der Nähe der Erdoberfläche im Ganzen erhalten, wenn eich einzelne Störungen die Richtungen mannigfaltig abänrn. Auf gleiche Weise läfst sich auch die im Allgemeinen währte Regel hier anknüpfen, dafs meistens die Witterungssposition in zwei auf einander folgenden Jahren sich ähnlich eibt und nicht selten im zweiten noch entschiedener hervortt. Zum Beweise will ich nur an die warmen Sommer 1806 d 1807, dann 1810 und 1811, wiederum 1818 und 1819 d endlich 1833 und 1834 erinnern. Insbesondere aber behe ich mich hierbei gern auf einen gleichsam prophetischen sspruch von Kämtz[1], welcher sagt, dafs die Ursachen der gemeinen Witterungsdispositionen vielleicht noch lange Zeit thselhaft bleiben werden, wir aber seit geraumer Zeit durch rzüglich warme Sommer und gelinde Winter verwöhnt worn sind, was wohl mit der Seltenheit der Nordlichter zusamnhängen möge, nach deren öfterem Erscheinen vielleicht eine dere Gestaltung eintreten dürfe. Ich möchte diesen Satz ereiternd sagen: sie haben wirklich angefangen, sich häufiger zeigen; dieses deutet an, dafs Strömungen der trockenen d kalten Polarluft nach niederen Breiten hin statt gefunden ben, in welcher eindringende wärmere Massen diese der larzone zunächst zugehörigen elektrischen Erscheinungen den höhern Regionen erzeugen, und damit hat der Eintt geringerer Sommerwärme und strengerer Winterkälte bennen. Endlich aber folgt aus der Hypothese im Ganzen, fs in der äquatorischen und der Polarzone der Wechsel kal- und warmer Jahre nicht so stark seyn kann, als in der ischen beiden liegenden gemäfsigten, die dem Einflusse der lten und warmen Luftströmungen am stärksten ausgesetzt n mufs.

---

1 In seiner Meteorologie. Die Stelle kann ich nicht sogleich eder finden.

136) Es giebt ferner eine Menge von Erscheinungen, d
den Einfluſs der Windrichtung auf die Temperatur unzwe
deutig darthun. Dahin gehört die für Deutschland und wo
das ganze westliche Europa allgemein gültige Erfahrung, da
gröſstentheils mit Südwestwinden die Regenperioden beginne
dann aber beim Uebergange der Windrichtung nach Nord
Kälte mit nachfolgendem heiterem Wetter eintritt. Ueberhau
ist der Satz, daſs südliche Winde Wärme, nördliche dageg
Kälte bringen, so allgemein bekannt, daſs er keines Bewei
bedarf. Im westlichen Europa ist man hiermit sehr vertra
jedoch darf diese Regel nicht auf alle Theile der Erde ang
wandt werden, weil der Einfluſs der Winde auf die Witt
rung im Allgemeinen und die Temperatur der Orte im Beso
dern von der Beschaffenheit derjenigen Gegenden abhän
aus denen die Luftmassen herzuströmen. Dieses ist an si
leicht begreiflich und es kommt bei der vorliegenden Unt
suchung nur darauf an, nachzuweisen, welchen bedeuten
Einfluſs die Winde je nach ihrer durch Oertlichkeiten b
dingten Beschaffenheit auf die Temperatur haben, und di
Aufgabe ist nicht schwierig. Daſs für Deutschland die nörd
chen Luftströmungen Kälte bringen, geht aus der Natur
Sache hervor, und ebenso nothwendig folgt, daſs die östlic
und noch mehr die nordöstlichen trockne Kälte herbeifüh
müssen, denn sie kommen aus denjenigen Gegenden, wo n
den Erörterungen (oben a) eine gröſsere Kälte herrscht, al
westlichen Europa, hauptsächlich im Winter, auſserdem
sind sie schon wegen ihrer niedrigen Temperatur trocken
obendrein noch dadurch, daſs sie auf der langen Länderstre
ihren Wassergehalt bereits abgegeben haben; kein Wun
also, daſs sie den milderen Gegenden theils unmittelbar, th
in Folge der Dampfbildung Kälte und zwar trockne brin
wodurch die Haut spröde wird und aufspringt[1]. Selbst Lu
strömungen, die von benachbarten hohen Bergen herab
ken, drücken die mittlere Temperatur der Orte bed
tend herab, und daher ist wegen der Nähe der Alpen di
zu Marseille nur 14°,4, statt daſs sie zu Montpellier
ter etwas höherer Breite 15°,2 beträgt[2]. Auch Sc

---

1 Ueber eigenthümliche kalte Winde in Indien s. *Wind.*

2 Der Unterschied wäre noch gröſser, wenn wir nach v. H

r[1] leitet die gröſsere Wärme zu Columbia von nordwestli-
en Winden ab, die eine feuchte und warme Luft von dem
eere herbeiführen, statt daſs ebendiese zu Quebeck eine be-
utende Kälte erzeugen, weil sie von den beeisten Küsten
s nördlichsten Theiles von America herkommen. Welchen
deutenden Einfluſs überhaupt die Winde auf die Tempera-
r der meisten nordamericanischen Städte äuſsern, ist bereits
iher[2] erwähnt worden.

Bei dem oben §. 111 angegebenen ungewöhnlichen Wech-
l der täglichen und jährlichen Temperatur in Mittelafrica
urde zugleich bemerkt, daſs gewisse Winde stets Wärme,
dere dagegen Kälte herbeiführen, und ebendieses findet im
ilthale statt, wo noch obendrein die aus der Wüste kom-
enden Südwinde im Winter kälter sind, als die über das
ittelländische Meer hinstreichenden Nordwinde[3]. In Persien,
mentlich zu Teheran, sind die vom Caucasus kommenden
Vinde wegen ihrer Kälte bekannt und nach Malcolm[4] zeigte
nst im Juni das Thermometer daselbst Mittags bei Südwinde
och 33° C., Abends nach eingetretenem Nordwinde dagegen
ist 0°. Ganz so grelle Gegensätze, als diese angegebenen, zei-
en sich im westlichen Europa, wahrscheinlich in diesem gan-
en Welttheile nicht, weil sein Flächeninhalt kleiner, mithin
as Meer den einzelnen Orten näher ist, als bei den drei übri-
en, zugleich auch die ausgedehnten Hochebenen und rie-
enhaften Gebirgsketten ihm fehlen, die sich in jenen finden;
welche Ursachen aber bewirken mögen, daſs auch an den Küsten
von Neuholland, offenbar in Folge wechselnder Luftströmungen,
o auffallend starke Unterschiede der Temperaturen statt fin-
len und namentlich die von den blauen Bergen her wehenden
Vinde so unerträgliche Hitze bringen, dieses kann erst künf-
ig bei genauerer Kenntniſs jenes Welttheils entschieden wer-
en. In Europa ist vorzüglich Ungarn einem starken und mit-
nter schnellen Wechsel der Temperaturen ausgesetzt, welcher

oldt die mittlere Temperatur zu Marseille = 12°,27 annähmen. S.
ben d. Tabelle.

1 Edinburgh Journ. of Science. N. XII. p. 351.

2 S. Art. *Klima*.

3 Nach Abd-Allatif in Relat. de l'Égypte. Ed. Sacy. Bei
ämtz Th. II. S. 44.

4 History of Persia. T. II. p. 509. Ebend.

durch die Winde bedingt wird, jenachdem diese über di südlichen Ebenen herzuströmen oder von Norden her, in wel chem letzteren Falle sie, an sich schon kalt und trocken, an den Karpathen noch einen Theil ihrer Wärme verlieren.

137) Aus den angegebenen Gründen sind wir auf gewiss Weise gezwungen, die Wechsel der Temperaturen von de Luftströmungen abzuleiten, da sich kein anderer Grund zu ih rer Erklärung auffinden läfst. Dennoch ist es ausnehmen schwer, diesen Einflufs aus den beobachteten Windrichtun gen nachzuweisen, und die Erfahrung führt hierbei nicht selt zu ganz widersprechenden Resultaten, indem fast allezeit di einmal eingetretene ungewöhnliche Hitze sowohl, als au Kälte bei allen Windrichtungen fortdauert, ja selbst nicht bl die Windfahnen geben dieses an, wonach man auf parti untere Strömungen schliefsen könnte, sondern das Baro zeigt auch in der Regel allezeit einmal oder sogar wied während solcher Perioden durch seinen hohen oder ti Stand, dafs bei grofser Hitze nördliche und bei inten Kälte südliche Luftströmungen vorhanden seyn können. B zu einem gewissen Grade läfst sich diese Täuschung leic beseitigen. Zuerst können die fraglichen Luftströme in hö ren Regionen, als wohin die Windfahnen und selbst auch d niederen sichtbaren Wolken reichen, statt finden und sich a irgend einer Stelle niedersenken, von wo sie dann in g verschiedener Richtung sich bewegen, zweitens aber ve sich von selbst, dafs sowohl die warmen als auch die k Luftmassen, durch welche bei ihrer ursprünglichen Beweg die Temperatur gewisser Strecken bedingt wurde, später b entgegengesetzter Strömung zuvor zurückgekehrt seyn müss ehe sich die durch sie erzeugten Temperaturen ändern. A diesem Umstande beruht es wohl vorzüglich, dafs in ka Wintern nach anhaltendem Froste die Kälte bei tiefem Baro meterstande noch eine geraume Zeit fortdauert und erst d plötzlich milde Witterung eintritt.

138) Aus diesen Gründen ist es schwer, aus beobachte ten gleichzeitigen Windrichtungen und Thermometerstände das Verhältnifs beider zu einander auf eine solche Weise au zumitteln, dafs daraus der Zusammenhang nördlicher Win mit niedriger und südlicher mit hoher Temperatur hervorge nicht zu gedenken, dafs wir nur von wenigen Orten et

llständigere Beobachtungen der Windrichtungen besitzen, : auf einen hinlänglichen Grad der Genauigkeit Ansprüche chen können. Aufserdem aber macht Kämtz[1] noch auf ei hierbei sehr wesentliche Bedingungen aufmerksam. Zuerst in sich leicht treffen, dafs bei gleichzeitig beobachteten Bameterständen und Windrichtungen die letzteren, die nach Anzeigen der Windfahnen oft für kurze Zeiten wechseln, dem eigentlichen völlig entgegengesetztes Resultat geben. esem Uebelstande kann nur durch Vereinigung einer gröfse- Zahl von Beobachtungen begegnet werden. Zweitens aber en die Jahreszeiten einen bedeutenden Einflufs auf die Wirgen der herrschenden Winde, indem namentlich die feuch- im Sommer eine Milderung der Hitze, im Winter dage- der Kälte herbeiführen. Dafs dieses speciell im westlin Europa von grofsem Einflufs sey, wo die feuchten Westde zwischen den warmen südlichen und kalten nördlichen der Mitte liegen, wird aus den folgenden Untersuchungen tlich hervorgehn.

139) Dove hat zuerst in einer gelehrten Abhandlung[2] gegt, auf welche Weise mit Entfernung der einzelnen Anolieen das Verhältnifs der Windrichtungen zu den Thermoerständen ausgemittelt werden könne, Kämtz hat im Welichen dasselbe Verfahren angewandt und durch Vereinig mehrerer Orte die sogenannte *thermometrische Windrose* Europa aufzufinden sich bemüht. Die durch Letztern gedenen Resultate, um einen schätzbaren Beitrag aus Karlser Beobachtungen vermehrt, theile ich hier dem wesentlin Inhalte nach um so mehr mit, je wichtiger es ist, dafs h an andern geeigneten Orten Beobachtungen der Windtungen gleichzeitig mit den Thermometerständen angestellt auf gleiche Weise zu einem Endresultate vereinigt werden. l Thermometerstände und Windrichtungen mehrmals am Tage chzeitig aufgezeichnet worden, so stellt man nach dem von ıtz[3] angewandten Verfahren von den gleichzeitig einmal r mehrmal täglich angestellten Beobachtungen der Tempe- r und Windrichtung die einem jeden Winde zu der näm-

1 Meteorologie. Th. II. S. 25.
2 Poggendorff Ann. XI. 567.
3 Meteorologie. Th. II. S. 25.

lichen Stunde in allen Monatstagen und, wenn mehrjähr
Beobachtungen vorhanden sind, die den nämlichen Tagen u
Stunden zugehörigen, auf solche Weise zusammen, dafs m
die mit den verschiedenen (acht, sechzehn oder zweiunddr
fsig) Windrichtungen zusammenfallenden mittleren Tempe
turen erhält[1], und findet auf diese Weise die monatliche th
mometrische Windrose. Sind mehrfache tägliche Beobacht
gen vorhanden, deren ohnehin täglich zwei oder drei o
wohl noch mehr angestellt werden, so sucht man auf die
gegebene Weise die den einzelnen Stunden zugehörigen mi
leren Resultate und vereinigt diese zu einem gemeinschaft
chen monatlichen Mittel, um daraus die monatliche therm
metrische Windrose zu finden, und diese monatlichen Mi
können dann wieder zur Auffindung vierteljährlicher oder g
jährlicher thermometrischer Windrosen benutzt werden. K
bezeichnet die Art seines Verfahrens noch genauer und
für drei Beobachtungen täglich, wovon man leicht die Re
für nur eine, zwei oder mehrere tägliche Beobachtungen
trahiren kann. Sind die Beobachtungen um 7^h Morgens, 2
Nachmittags angestellt worden, so wird zuerst der monatl
mittlere Thermometerstand für diese Stunde gesucht. D
sey 10°,2, 14°,3 und 12°,4, also deren Mittel = 12
Dann addirt man zu jeder Beobachtung den Unterschied
monatlichen mittleren und der diesen Stunden zugehör
mittleren Temperaturen, also im vorliegenden Falle:

für 7^h . . . . 12°,3 — 10°,2 = 2°,1
— 2^h . . . . 12°,3 — 14°,3 = —2°,0
— 9^h . . . . 12°,3 — 12°,4 = — 0°,1

addirt dann die so corrigirten, den einzelnen Windricht
zugehörigen Thermometerstände zusammen, dividirt die S
me durch die Anzahl der Beobachtungen und erhält dann
jedem einzelnen Winde zugehörigen mittleren monatlichen T

1 Dove benutzte die zu Paris gemachten mittägigen Beob
tungen des Windes und sah das Mittel aus dem Maximum und M
mum der Wärme als die ihm zugehörige Temperatur an. Sind m
jährige Beobachtungen vorhanden, so werden einzelne Anom
(wenn z. B. nach einer Bemerkung von Kämtz ein gewisser Wi
einem Monate nur einmal vorkommt und dann das Thermometer
fällig einen ungewöhnlichen Stand hat) ausgeglichen.

raturen. Dafs diese dann wieder vereinigt werden können, n die jährliche Windrose zu erhalten, versteht sich von lbst. Zur Ausgleichung der Anomalieen und zur Auffindung r genaueren Curve bedient man sich der Polar-Coordinaten, n Nord durch Ost nach Süd bis zum Anfangspuncte zurückufend, nach derjenigen Formel, welche bereits mehrmals [1] gegeben worden ist. Kämtz erhält auf diese Weise von ehreren Orten in Europa die thermometrischen Windrosen.

London [2].

	N.	NO.	O.	SO.	S.	SW.	W.	NW.
Winter . .	1°,13	1°,54	2°,77	3°,89	6°,18	6°,02	4°,70	2°,38
Frühling .	8,21	8,45	9,13	10,86	12,14	11,78	10,49	9,47
Sommer .	17,57	18,15	19,14	19,16	18,12	17,92	17,02	17,06
Herbst . .	9,14	10,53	11,03	11,97	11,32	11,77	10,42	9,86
Jahr . . .	9,01	9,66	10,52	11,47	11,69	11,87	10,66	9,69

fällt sogleich in die Augen, dafs die Resultate nach den hreszeiten verschieden sind; sucht man aber mit Anwendung

1 S. Art. *Meteorologie*. Bd. VI. S. 1960. Es wird genügen, hier r zu bemerken, dafs man zur Auffindung der einem gewissen Win- zugehörigen Temperatur bei 8 Winden diese von N. anfangend rch NO., O. u. s. w. bis NW. gerechnet mit den Zahlen 0, 1, 2, 4, 5, 6, 7 bezeichnet. Heifst dann T_w die einem so bezeichne- n Winde zugehörige Temperatur, T aber seine aus den Beobach- ngen gefundene mittlere, so ist

$$T_w = T + u \cdot \text{Sin.}(w\,45^\circ + v) + u' \,\text{Sin.}(w\,90^\circ + v').$$

ür diesen Ausdruck findet man die für u, v, u' und v' gehörigen erthe, wenn man die den Winden zugehörigen beobachteten Temraturen in folgende Formeln aufnimmt, in denen 0, 1, 2 . . . . 7 ejenigen Temperaturen sind, die den durch diese Zahlen bezeichten Winden zugehören. Es ist dann

$$u\,\text{Sin.}\,v = \tfrac{1}{4}[0 - 4 + (1 - 3 - 5 + 7)\,\text{Sin.}\,45^\circ]$$
$$u\,\text{Cos.}\,v = \tfrac{1}{4}[2 - 6 + (1 + 3 - 5 - 7)\,\text{Cos.}\,45^\circ]$$
$$u'\,\text{Sin.}\,v' = \tfrac{1}{4}(0 - 2 + 4 - 6)$$
$$u\,\text{Cos.}\,v' = \tfrac{1}{4}(1 - 3 + 5 - 7).$$

f welche Weise für 16 Winde gerechnet werde, ergiebt sich hierch von selbst, wenn man die a. a. O. zur Auffindung der baromeschen Windrose angegebene Formel hiernach abändert.

2 Aus 9jähr. Beobachtungen von 1776 bis 1781 und 1787 bis 39 in den Phil. Trans. Die Beobachtungszeiten waren 8^h Morgens d 2^h Nachmittags. Hiernach sind alle Thermometerstände zu hoch, s jedoch bei der Aufsuchung der Verhältnisse nichts schadet.

des angegebenen analytischen Ausdruckes diejenigen Wind[e] bei denen der höchste und tiefste Barometerstand statt find[et], so erhält man

	Minimum		Maximum		Unterschi[ed]
Winter .	N. 11° O.	1°,19	S. 30° W.	6°,38	5°,19
Frühling .	N. 82° O.	8,22	S. 14° W.	15,15	3,93
Sommer .	N. 54° W.	17,05	S. 71° O.	19,15	2,10
Herbst . .	N. 5° W.	9,34	S. 24° O.	11,67	2,33
Jahr . . .	N.	9,08	S. 12° W.	11,87	2,79

Die nördlichen Winde sind also die kalten, die südlichen [die] warmen, jedoch liegt der kälteste Wind im Winter und Frü[h]ling etwas östlich, im Sommer und Herbst westlich; für d[en] wärmsten findet das Gegentheil statt.

Paris[1].

	N.	NO.	O.	SO.	S.	SW.	W.	NW.
Winter . .	2°,90	1°,00	1°,99	4°,58	6°,63	7°,93	7°,03	4°,8[illegible]
Frühling .	10,98	11,96	14,04	16,52	16.24	14,57	13,49	11,7[illegible]
Sommer .	21,79	22,49	24,60	26,29	23,60	21,31	21,05	20,6[illegible]
Herbst . .	11,85	11,45	12,90	15,25	15,55	15,66	13,49	12,[illegible]
Jahr . . .	12,02	11,76	13,50	15,25	15,43	14,92	13,64	12,[illegible]

Hieraus folgt auf die angegebene Weise:

	Minimum		Maximum		Untersch[ied]
Winter . .	N. 53° O.	1°,17	S. 54° W.	7°,74	6°,5[illegible]
Frühling .	N. 7° O.	10,97	S. 25° O.	16,57	5,60
Sommer .	W.	20,68	S. 53° O.	25,90	5,22
Herbst . .	N. 28° O.	11,49	S. 2° W.	15,99	4,50
Jahr . . .	N. 18° O.	11,69	S. 17° O.	15,70	4,01

Hamburg[2].

	N.	NO.	O.	SO.	S.	SW.	W.	N[W.]
Winter .	-1°,37	-3°,12	-3°,25	-2°,00	1°,37	2°,12	2°,25	[illegible]
Frühling .	7,88	7,75	8,75	10,37	9,62	9,62	8,50	[illegible]
Sommer .	17,62	18,25	19,38	20,37	19,00	18,25	16,50	[illegible]
Herbst .	7,75	7,75	8,75	9,12	10,13	10,62	9,88	[illegible]
Jahr . . .	8,00	7,62	8,38	9,50	10,00	10,13	9,25	[illegible]

---

1 Nach 11jährigen Mittagsbeobachtungen auf der Sternwarte, 1816 bis 1826.

2 Aus 15jähr. Beob. in Buek Hamburgs Clima und Witterung

e Berechnung giebt hiernach:

	Minimum		Maximum		Unterschied
inter .	N. 65° O.	—3°,77	S. 46° W.	2°,98	6°,75
ihling .	N. 4° O.	7,57	S. 18° O.	10,16	2,59
mmer .	N. 64° W.	16,41	S. 41° O.	20,04	3,63
rbst . .	N. 23° W.	7,70	S. 50° W.	10,52	2,82
ır . . .	N. 30° O.	7,70	S. 16° W.	10,20	2,50

Karlsruhe[1].

	N.	NO.	O.	SO.	S.	SW.	W.	NW.
inter . .	-1°,21	-2°,44	-1°,51	1°,46	3°,98	4°,27	2°,93	1°,03
ihling .	9,17	9,26	11,50	13,94	13,65	11,72	10,78	10,44
mmer .	18,34	18,89	20,52	20,90	19,58	18,49	19,02	18,96
rbst . .	9,38	8,62	9,66	11,12	11,52	11,36	11,39	10,85
ır . . .	9,93	7,87	9,06	11,88	12,51	11,49	11,61	11,86

: hieraus gesuchten Minima und Maxima sind folgende:

	Minimum		Maximum		Unterschied
inter . .	N. 52° O.	—2°,40	S. 28° W.	4°,43	6°,83
ihling .	N. 28° O.	9,04	S. 28° O.	14,19	5,15
mmer .	N. 9° O.	18,29	S. 60° O.	21,02	2,73
rbst . .	N. 41° O.	8,62	S. 7° O.	11,43	2,81
ır . . .	N. 53° O.	7,80	S. 14° O.	12,62	4,82

Ofen[2].

	N.	NO.	O.	SO.	S.	SW.	W.	NW.
inter .	-2°,71	-1°,43	-0°,53	-0°,99	0°,80	1°,32	0°,03	-0°,29
ühling .	8,70	10,14	9,91	11,91	12,42	12,20	9,96	9,36
mmer .	20,26	21,28	28,10	23,75	23,04	22,87	20,64	19,82
rbst . .	9,15	9,55	10,10	10,64	12,44	12,62	10,40	9,55
ır . . .	8,83	9,85	10,51	11,22	12,30	11,88	10,19	9,74

eraus ergiebt die Berechnung:

	Minimum		Maximum		Unterschied
inter . .	N. 5° O.	—2°,07	S. 53° W.	1°,25	3°,32
ihling .	N. 2° W.	9,02	S. 12° W.	12,69	3,67
nmer .	N. 33° W.	19,92	S. 42° O.	23,44	3,52
rbst . .	N. 25° W.	9,13	S. 23° W.	12,72	3,59
ır . . .	N. 16° W.	9,13	S. 11° W.	12,20	3,07

1 Aus 42- bis 45jähr. Beob., nach Eisenlohr in Untersuchungen r den Einfluſs des Windes u. s. w. Heidelb. 1837. 4. S. 47.

2 Aus 9jähr. Beob. von 1782 bis 1786 und 1789 bis 1792 auf der rnwarte. In Mannheimer Ephemeriden.

Moscau[1].

	N.	NO.	O.	SO.	S.	SW.	W.	NW
Winter	-4 °,74	-14°,86	-11°,86	-7°,96	-4°,26	-5°,13	-5°,56	-11
Frühling	2,30	3,51	4,80	4,74	5,21	7,21	6,29	5,
Sommer	16,69	17,78	18,40	19,09	18,74	17,14	17,58	16,
Herbst	0,59	—0,68	2,78	3,91	4,14	3,51	3,30	1,
Jahr .	1,21	1,44	3,58	4,62	5,96	5,69	5,40	3,

Hieraus erhält man:

	Minimum		Maximum		Untersch
Winter . .	N. 24° O.	—15°,41	S. 36° W.	—4°,13	11°,28
Frühling .	N. 8° O.	2,63	S. 69° W.	7,20	4,57
Sommer .	N. 22° W.	16,65	S. 51° O.	19,06	2,41
Herbst . .	N. 20° O.	— 0,53	S. 24° O.	4,17	4,70
Jahr . . .	N. 19° O.	1,06	S. 42° W.	5,90	4,84

Stockholm[2].

	N.	NO.	O.	SO.	S.	SW.	W.	N
Winter .	-8°,3	-7°,00	-2°,80	0°,24	1°,01	0°,63	-0°,69	-5
Frühling .	0,24	- 0,23	2,63	4,55	5,10	5,46	5,91	[illegible]
Sommer .	14,88	16,02	16,99	17,08	18,54	17,15	17,08	1
Herbst . .	3,74	5,51	8,23	9,41	8,78	8,46	7,21	[illegible]
Jahr . . .	2,65	3,49	6,24	7,89	8,36	8,03	7,35	[illegible]

Hieraus erhält man:

	Minimum		Maximum		Untersch
Winter .	N. 10° O.	—8°,55	S. 17° W.	0°,98	9°,53
Frühling .	N. 21° O	— 0,57	S. 64° W.	5,85	6,42
Sommer .	N. 21° W.	14,60	S. 22° W.	18,06	3,46
Herbst . .	N. 16° W.	2,98	S. 35° O.	9,07	6,09
Jahr . . .	N. 2° O.	2,27	S. 26° W.	8,41	6,14

Kämtz leitet aus diesen Thatsachen die unmittelbar ihnen hervorgehenden Resultate ab, die ich unverändert theilen kann, da sie durch die Karlsruher Beobachtungen Bestätigung finden. Man sieht, dafs überall in Europa nördlichen Winde Kälte, die südlichen dagegen Wärme

1 Beobachtungen von Stritter aus den Jahren 1785 und dann 1789, 1791 und 1792, in den Mannheimer Ephemeriden, Kämtz auf Centesimalgrade reducirt.

2 Aus 9jähr. Beob. von Nicander in den Jahren 1784 bis Aus den Mannheimer Ephemeriden.

n, und zwar in einem sehr bedeutenden Verhältnisse, wie
verkennbar hervorgeht, wenn man die so eben gefundenen
rlichen Unterschiede der Temperaturen an den einzelnen
ten mit den daselbst statt findenden mittleren vergleicht
d das Verhältnifs beider aufsucht, wie die nachfolgende
sammenstellung zeigt.

Orte	Breite	Mittl. Temper.	Unterschiede d. Temp.	Verhältnifs.
London .	51° 31′	9°,83	2°,79	0°,283
Paris . . .	48 50	10,81	4,01	0,371
Hamburg	53 33	8,90	2,50	0,281
Karlsruhe	48 59	10,48	4,82	0,460
Ofen . . .	47 30	10,53	3,07	0,291
Moscau .	55 47	3,26	4,84	1,484
Stockholm	59 21	5,10	6,14	1,204

Allgemeinen liegt ferner der kälteste Wind etwas östlich
n Norden, weil in Europa die Kälte nicht blofs aus den
rdlich, sondern auch aus den östlich gelegenen Gegenden
rbeigeführt wird, der wärmste etwas westlich von Süden,
il die wärmste Strecke der Erde und das sehr erwärmte
er nach dieser Richtung hin liegen; aus ebendiesen Grün-
n aber geht im Winter und Frühjahr der kälteste Wind
hr nach Osten, der wärmste mehr nach Westen, im Som-
r dagegen wird die Richtung des kältesten Windes mehr
stlich, des wärmsten dagegen mehr östlich, weil dann die
chteren westlichen Luftströmungen Abkühlung, die trock-
n östlichen aber Vermehrung der Wärme herbeiführen. Eine
nauere Vergleichung zeigt indefs bedeutende Unterschiede.
ist nämlich für

Orte	Minimum	Maximum
London .	N.	S. 12° W.
Paris . . .	N. 18° O.	S. 17° O.
Hamburg	N. 30° O.	S. 16° W.
Karlsruhe	N. 53° O.	S. 14° O.
Ofen . . .	N. 16° W.	S. 11° W.
Moscau . .	N. 19° O.	S. 42° W.
Stockholm	N. 2° O.	S. 26° W.

MTZ meint, diese Abweichungen beruhten auf der Un-
lkommenheit der Beobachtungen, weil zur Ausmittelung der

Windrichtungen vieljährige genaue Beobachtungen erforde
lich sind und daher auch die durch unmittelbare Beobac
tungen und die durch Berechnung gefundenen Werthe no
immer merklich abweichen. Dieses ist gewifs unbezwei
richtig; von der andern Seite aber ist nicht weniger aus
macht, dafs die Windrichtungen selbst an einander nahe l
genden Orten durch Localverhältnisse merklich geändert w
den, wenn gleich die Luftströmung im Ganzen dieselbe
So versichert unter andern OTTO EISENLOHR, dafs zwisc
den wenig entfernten Städten Strafsburg und Karlsruhe
merklicher Unterschied der Windrichtungen wahrgenom
wird, welcher in der Lage der Alpen, der Schwarzwal
birge, einiger Wälder und vielleicht auch in der Richtung
Rheinstromes seinen Grund hat. Da dieses auf zahlreic
Beobachtungen beruht und die Karlsruher Beobachtungen a
dem nicht blofs dreimal täglich gemacht wurden, sondern
bei weitem die längste Reihe von Jahren umfassen, so darf nach
sen wohl die Frage, ob der kälteste und wärmste Wind eina
diametral entgegengesetzt sind, verneinend beantwortet wer
DOVE[1] will dieses für Paris gefunden haben und nennt d
Linie dann den *meteorologischen Meridian*, welcher mit
astronomischen einen Winkel von 17° bildet; KÄMTZ dag
welcher ein Glied mehr in die Formel zur Berechnung
mittleren Windrichtung aufnimmt, gelangt zu einem hie
abweichenden Resultate und findet dieses wegen der eig
thümlichen Krümmung der isothermischen Linien auch n
wendig. Hieraus geht dann von selbst hervor, dafs die R
tungen der kältesten und wärmsten Winde, obgleich im G
zen einander ähnlich, doch für jeden einzelnen Ort bes
aufgesucht werden müssen und dafs es keinen wesentl
Nutzen gewährt, dieselben im Mittel für Europa aus den
getheilten Resultaten abzuleiten; auch folgt aus den bereits
gegebenen Gründen, dafs diese Richtungen in den einz
Jahreszeiten verschieden seyn müssen, nicht zu gedenken,
auch hierauf partielle Localursachen einen nicht unbedeute
Einflufs ausüben.

140) KÄMTZ macht noch die interessante Bemerkung,
der Unterschied zwichen den durch kalte und warme W

1 Poggendorff Ann. XI. 578.

lingten Temperaturen nicht in allen Jahreszeiten gleich grofs , und dieses auch nicht seyn kann, weil namentlich im nmer die Wärme nach den Polen hin weit weniger abımt als im Winter. Beispielsweise darf man nur annehn, nach Paris käme im Winter und im Sommer einmal ein rmer Luftstrom von den canarischen Inseln und dann von :istiania, jedesmal bei vorhandener mittlerer Temperatur ser Jahreszeiten, so würde im Winter der warme Wind ',1, der kalte aber — 3°,7 haben, mit einem Unterschiede ı 21°,8; im Sommer dagegen würden 24°,8 und 15°,8 als den beiden Winden nach den Orten, woher sie kommen, ;ehörigen Temperaturen nur einen Unterschied von 9° herrufen, und der Einflufs der ungleichen Winde mufs daher, ;eachtet mancher störenden Bedingungen, im Winter gröfser n als im Sommer. Schouw[1] hat aus einer langen Reihe ı Jahren den Einflufs der östlichen und westlichen Winde i die mittlere Temperatur von Kopenhagen aufgesucht und : die verschiedenen Jahreszeiten folgende Resultate erhalten:

	Westlich	Oestlich	Unterschied
Winter . . .	0°,54 . . .	— 1°,56 . . .	—2°,10
Frühling . .	6,40 . . .	6,05 . . .	— 0,35
Sommer . .	17,24 . . .	17,74 . . .	0,50
Herbst . . .	9,46 . . .	9,46 . . .	0,00

ſs übrigens der durch entgegengesetzte Luftströmungen erıgte Unterschied der Temperaturen selbst nicht an allen ten in Europa gleich seyn könne, liegt in der Natur der :he, weil die gröfseren Land- oder Wasserstrecken, die enen oder Gebirge, über welche die Luftmassen strömen, ihre Temperatur einen bedeutenden Einflufs haben. Nach mitgetheilten Uebersicht der für die untersuchten Orte gedenen Resultate scheint dieser Einflufs mit der Breitenzuıme zu wachsen und auch mehr in der Mitte grofser Conente stärker zu seyn. Ebenso ist von selbst klar, dafs für lere Welttheile, überhaupt für weit von einander entfernte e ganz verschiedene Gesetze rücksichlich des Einflusses Windrichtungen auf die Temperaturverhältnisse statt finı.

1 Klimatologie. Hft. I. S. 71.

141) Aus den bisher mitgetheilten Erörterungen schei
mir zur Evidenz hervorzugehn, dafs, wenn wir einmal d
nicht wohl zu bezweifelnde ungleiche Wärme des Bodens a
eine constante Ursache der verschiedenen mittleren Temper
turen der Orte unter ungleichen Meridianen betrachten, d
regelmäfsigen Wechsel der Wärme ausschliefslich vom Stan
der Sonne, die unregelmäfsigen dagegen fast ebenso vollstä
dig von der Richtung der Luftströmungen abzuleiten sind, u
dafs wir daher keineswegs einer noch nirgends aus sicher
Thatsachen als nothwendig abgeleiteten Strahlung bedürf
um die unregelmäfsigen und meistens plötzlich eintretend
Wechsel der Temperaturen zu erklären. Dieser Satz wür
noch überzeugender hervorgehn, wenn mehrere genaue Be
achtungen der herrschenden und wechselnden Windrichtung
verbunden mit der Angabe gleichzeitiger Temperaturen, v
vielen, ihrer Localität nach bekannten Orten zu Gebote st
den. Es scheint mir, als ob auch die Schwankungen d
Luftoceans im Ganzen zur Erklärung der Temperaturverh
nisse eine nähere Berücksichtigung verdienen, als ihnen bisher
Theil geworden ist; denn es läfst sich wohl nicht in Abr
stellen, dafs durch den ungleichen Stand der Sonne das L
meer in eine ihr folgende Bewegung versetzt wird, die d
mit dem Eintritte der Solstitien einen Wechsel beginnt, u
obgleich die über diese Termine hinaus noch fortdau
Kälte und Wärme zum grofsen Theile von der einmal b
henden Erkaltung und Erwärmung des Bodens richtig ab
leitet wird, so dürften doch die genannten Oscillationen n
unwesentlich hierzu beitragen. Ein Grund zu dieser Ann
me liegt in den häufigen Erfahrungen, dafs im Frühling n
heiterer und warmer Witterung abermals Kälte, so wie
Sommer oder Herbst nach bedeutender Abkühlung wieder W
me eintritt[1].

1 Die genauere Bestimmung der beiden kalten und eines
zweier warmen Meridiane, worauf zuerst A. v. Humboldt aufmerk
gemacht hat, mögen sie von der ungleichen Abkühlung der Erde
von sonstigen unbekannten Ursachen abhängen, ist für die Wärme
hältnisse der nördlichen Halbkugel von gröfster Wichtigkeit. M
hypothetisch ist, wenn ich aus langer Erfahrung abstrahirt habe,
im Ganzen und abgesehen von einzelnen Winden für Deutschland
Witterungsdisposition im Winter von Ost nach West, im Somm

Hydrometeore und Feuchtigkeitszustand des Bodens.

142) Die aufser den drei genannten noch existirenden, it minder bedeutenden Ursachen, welche die Temperaturen r verschiedenen Orte bedingen, lassen sich leicht in einer rzen Uebersicht zusammenstellen. Hierher gehört die Feuchkeit des Bodens, die in heifsen Gegenden die Wärme verndert, in kalten dagegen vermehrt, beides in Folge der ofsen specifischen Wärmecapacität des Wassers und der enge von Wärme, die durch das Schmelzen des Eises und Bildung des Dampfes gebunden, durch die entgegengesetzten ocesse aber frei wird. Boussingault[1] unter andern hat i einer Menge Orte in America zwischen 5° und 10° N. B. chgewiesen, dafs ihre mittlere Temperatur in Folge vorrschender Feuchtigkeit merklich geringer ist, als die anderer,) Trockenheit herrscht. Dahin gehört denn auch der Einfs des benachbarten Meeres, grofser Seen und selbst mächer Ströme, die, so wie ausgedehnte Waldungen, sämmtlich die tze des Sommers und die Kälte des Winters etwas mildern, Ganzen aber wohl, mit Ausnahme des Meeres unter hören Breiten, die mittlere Temperatur etwas herabbringen. it vollem Rechte leitet Hansteen[2] den grofsen Unterschied r jährlichen Schwankungen zu Leith und Christiania, die rt nur 19°,74, hier aber 45°,466 betragen, von den Nebeln , die vom Meere an die schottische Küste getrieben wern, und die milde Temperatur an Norwegens Westküste ist ar zum Theil Folge einer dortigen gröfseren Bodenwärme, leugbar aber zugleich auch der vom Meere herbeigeführten rmen Nebel. Ueber den Einflufs einer heiteren oder trüben mosphäre stellte Hutton[3] den allgemeinen Satz auf, dafs ie Verminderung der Wärme durch Trübung erfolge, wenn Temperatur bei heiterem Himmel gröfser als die mittlere,

---

gegengesetzter Richtung fortschreitet. So kann man in Hamburg) Eintritt der Kälte nach dem Verhalten zu Petersburg, in unserer gend nach dem in Wien ziemlich sicher vorausbestimmen, was vielcht auf einer Bewegung des Luftoceans im Ganzen beruht.

1 Ann. Chim. et Phys. T. LIII. p. 225.

2 Edinburgh Journ. of Science. N. XVII. p. 187.

3 Edinburgh Philos. Trans. T. I. p. 84.

dagegen eine Vermehrung, wenn sie geringer sey.[1] Kämtz
hat einen für die Entscheidung der vorliegenden Frage seh
interessanten Beitrag geliefert, indem er aus 9jährigen Beob
achtungen zu Ofen die Temperaturen an heiteren und bewölk
ten Tagen vereinigte und mit einander verglich, woraus fol
gende Resultate hervorgingen, bei denen das positive Zeiche
im Winter eine Vermehrung, das negative im Sommer ei
Verminderung der Wärme durch Trübung anzeigt.

Monat	heiter	bewölkt	Unterschied
Januar	−3°,58	−0°,86	+2°,72
Februar	− 2,45	0,80	+ 3,25
März	3,09	3,61	+ 0,52
April	10,73	9,11	− 1,62
Mai	19,01	15,01	− 4,00
Juni	21,73	18,70	− 3,03
Juli	23,09	20,55	− 2,54
August	22,41	19,65	− 2,76
September	17,65	15,59	− 2,06
October	10,09	9,91	− 0,18
November	3,17	4,19	+ 1,02
December	− 0,85	0,41	+ 1,26

Als eine Folge dieser Trübung betrachtet er dann auch d
Kälte, welche nach einem Regen im Sommer meistens ei
zutreten pflegt, und beruft sich dabei auf eine Angabe v
de Luc[2], wonach das Thermometer zu Genf am 21sten A
1764 auf 27°,5 zeigte, nach einem Regen aber auf 10° herabgi
Beispiele dieser Art sind nicht selten, insbesondere wenn au
drückender Hitze Gewitter mit Hagel folgen. Unter vie
andern sank bei dem grofsen Hagelwetter in Hannover[3] d
Wärme von 31°,25 in kaum einer Stunde auf 6°,25 C. her
und im Jahre 1832 beobachtete ich in Baden-Baden, daſs
der Mitte des Monats Juli das Thermometer, welches am Ta
vorher um Mittag noch über 30° C. gezeigt hatte, bei fein
Regen auf 10°,5 herabging, nachdem auf dem Schwarzwa
ein Hagelwetter statt gefunden hatte, nach welchem dort

1 Meteorologie. Th. II. S. 22.

2 Modificat. de l'Atmosph. §. 720. T. III. p. 273.

3 S. Art. *Hagel.* Bd. V. S. 80.

3 S. Art. .

iner Nacht die Kartoffeln und Bohnen erfroren. Nach mei-
er Ansicht aber sind solche plötzliche auffallende Wechsel
ur zum geringen Theile Folgen einer Trübung oder der
'erdampfung, denn sonst müſsten sie allezeit mindestens in
ıst gleicher Stärke eintreffen, sondern sie werden bei weitem
um gröſsten Theile durch das Herabsinken der tief erkalte-
n Luftmassen aus beträchtlichen Höhen herbeigeführt. Heben
ich diese bald wieder oder erhalten warme südliche Lufströ-
nungen die Herrschaft, so ist die Abkühlung nur kurzdauernd
ınd unbeträchtlich, wie denn oft nach Gewittern keine be-
eutende Kälte eintritt und namentlich hier im Jahre 1824 die
Värme nach einem ungewöhnlich starken Hagelwetter nur un-
ıerklich abnahm. In der Regel aber entstehn solche starke
tmosphärische Niederschläge durch das Zusammentreffen kal-
er nördlicher und warmer südlicher Luftströmungen, die er-
teren behalten dann in den unteren Regionen die Ober-
ıand und es entsteht bleibende Kälte.

143) Es giebt noch verschiedene Ursachen, welche auf
lie Temperatur einzelner Orte oder Länderstrecken einen Ein-
luſs haben, allein sie sind zu unbedeutend, um einzeln er-
vähnt zu werden, und bieten sich auſserdem jedem Forscher
'on selbst dar. Dahin gehört unter andern der Schutz, wel-
hen eigens gelegene Berge gegen den Einfluſs heiſser oder
alter Winde gewähren, der Schatten von dichten Waldun-
gen oder die Vermehrung der Hitze durch Felsen, die den
Sonnenstrahlen ausgesetzt sind; auch ist, wie Hamilton[1]
richtig bemerkt, die Temperatur in den Städten wegen der
vielen Verbrennungen und der engeren Zusammendrängung
ahlreicher Menschen und Thiere gröſser, als auf dem Lande.
Solche Einflüsse verdienen bei der Wahl des Ortes, wo die
Beobachtungsthermometer aufgehangen werden, Berücksichti-
gung, sie eignen sich aber nicht zur Aufnahme in eine Un-
ersuchung der allgemeinen Ursachen, welche die Temperatu-
en bedingen.

---

1 Biblioth. Britann. T. VIII. p. 337.

E. Veränderung der Temperaturen.

144) Die Frage, ob die Wärme der Erde im Ganzen si
verändert habe, ist bereits in Beziehung auf ursprüngliche Ge
staltung und nachherige Ausbildung dieses Planeten untersuc
worden[1] und die beigebrachten Thatsachen führten zu de
Resultate, dafs die Temperatur der verschiedenen Orte, ein
minder bedeutende Wechsel nicht gerechnet, seit der histo
schen Zeit im Mittel sich gleich geblieben sey, so wenig au
die Hypothese einer ursprünglichen Glühhitze des Ganzen m
allmäliger Abkühlung der äufseren Rinde erheblichen Zweif
unterliegt. Jene Wahrheit, obgleich im Widerspruche m
den Meinungen Vieler, die in einigen Gegenden eine Vermi
derung, in andern eine Vermehrung der Wärme annehme
läfst sich durch unwiderlegliche Thatsachen über jeden Zw
fel erheben[2]. Allerdings ist es wohl möglich, dafs namentl
in Deutschland durch stärkere Entwaldung und erweiterte E
dencultur gröfsere Trockenheit herbeigeführt worden seyn m
wodurch die Hitze des Sommers und ebenso, wegen freie
Luftzuges, die Kälte des Winters vermehrt werden mufs, oh
dafs die mittlere Temperatur eine merkliche Aenderung erl
det. Auf gleiche Weise mögen einzelne Districte durch En
fernung schützender Wälder oder Ansammlungen von kalte
Wasser der Gletscher selbst von ihrer mittleren Wärme et
verloren, so wie andere durch entgegengesetzt wirkende U
sachen gewonnen haben, ohne dafs jener Behauptung dad
Abbruch geschehn kann, weil alle Thatsachen, die rücksic
lich einiger Gegenden hierfür entscheiden, durch entgegeng
setzte für andere benachbarte Districte wieder aufgehoben w
den. Dieses Resultat geht auch aus den Untersuchungen he
vor, welche Ideler[3] der vorliegenden Frage gewidmet h
indem er zeigt, dafs allerdings an manchen Orten früher W

1 S. Art. *Geologie*. Bd. IV. S. 1332.

2 Die nachfolgenden, nur kurz angedeuteten Thatsachen sind
Art. *Temperatur der Erde* ausführlicher erörtert. Aufserdem wird di
wichtige Aufgabe hier und dort verschieden behandelt und es kann d
her keine der beiden Darstellungen als eigentliche Wiederhol
gelten.

3 Berghaus Ann. Th. V. S. 421.

3 Berg

r waren, wo sie gegenwärtig wegen Rauheit des Klima's
cht mehr fortkommen, weil bekanntlich die dicht gedrängten
iume einander gegenseitig Schutz hauptsächlich gegen zeh-
nde Winde und ausdürrende Sonnenstrahlen gewähren, dafs
gegen die früheren Thermometerbeobachtungen zu Lund,
ockholm, London und Kopenhagen auf eine der jetzigen
he gleiche Temperatur schliefsen lassen. Sehr beweisend in
eser Beziehung sind die Resultate, welche Venez[1] aus sei-
er Vergleichung der wechselnden Gröfse vieler Gletscher ent-
hnt hat, wonach eine beträchtliche Zahl derselben fort-
uernd zu wachsen, andere dagegen abzunehmen scheinen.
ne unmittelbare Beweisführung wäre allerdings nur aus ei-
r Vergleichung sehr alter genauer Thermometerbeobachtun-
n möglich, die uns leider fehlen; um so schätzbarer sind
swegen die Beiträge, wodurch Libri[2] diesen Theil der Me-
orologie bereichert hat. Dieser fand nämlich einige solche
hermometer auf, welche ehemals von der Akademie del Ci-
ento verfertigt wurden und womit namentlich Reineri in
r Mitte des 17ten Jahrhunderts 16 Jahre zu Florenz Beob-
chtungen anstellte. Die Reduction ihrer Scalen verstattete
ne Vergleichung der gefundenen Temperaturen mit denen,
e seit 1820 auf der dortigen Sternwarte gemessen wurden,
oraus hervorgeht, dafs einmal — 6°,25 und ein andermal
11°,25 C. beobachtet wurde, also die Wärme Toscana's,
geachtet der seit 60 Jahren geschehenen Abholzung der
penninen, nicht abgenommen hat. Noch in weit ältere Zeiten
ehn die Vergleichungen zurück, welche Schouw[3] beigebracht
t. Hiernach fällt in Italien noch jetzt, wie zu den Zeiten
r Römer, die Ernte in die Mitte des Mai und noch über-
nstimmender die Ernte in den September; in der Umgegend
s kaspischen und schwarzen Meeres sind noch jetzt, wie zu
erodot's Zeiten, kalte Winter nicht eben selten und das
frieren des Bosporus ereignet sich bei strenger Kälte in
n neuesten Zeiten, wie damals. Uebereinstimmend mit ihm
igt auch Arago[4], dafs das Klima von Palästina sich seit

1 Denkschriften der allgem. Schweiz. Gesell. f. d. ges. Naturw.
I. S. 1 ff.
2 Poggendorff Ann. XXI. 329.
3 Edinburgh Journ. of Science. N. XVI. p. 318.
4 Annuaire pour 1834.

Moses Zeiten nicht geändert habe, denn der Wein komm
nicht fort, wenn die mittlere Temperatur über 22° C. geht
und doch ist aus der Bibel genugsam zu entnehmen, dafs dor
Weinbau in grofser Ausdehnung statt fand; Palmen aber mi
reifen Früchten erfordern eine höhere Wärme und sind dahe
in Palästina selten, indem der Herzog von Ragusa deren nu
ausnahmsweise einige fand. Noch jetzt, wie ehemals, fäll
die Ernte dort in die Zeit von Mitte Aprils bis Ende Mai
Auch in Aegypten hat sich die Temperatur nicht geänder
obgleich in den Schriftstellern Angaben vorkommen, deren ei
nige auf Vergröfserung, andere auf Verminderung der Wärm
deuten. Dort war ehemals, wie noch jetzt, der Weinba
nicht bedeutend, weil dieser nicht über eine mittlere Tempe-
ratur von 21° bis höchstens 23° hinausgeht.

145) Die hier gegebene unzweifelhafte Entscheidung ei
ner höchst wichtigen Frage der Physik ist zwar von grofs
Bedeutung, so lange aber noch die unzweideutigsten Tha
chen vorhanden sind, dafs der Erdball früher Glühhitze hatt
die sich noch jetzt durch die mit der Tiefe zunehmende W
me kund giebt, kann das Problem nicht als erledigt erschei
nen, vielmehr bleibt immer noch zu untersuchen, ob der g
genwärtige Zustand, worin sich die Erdkruste befindet, d
eines fortdauernden Gleichgewichts ist, oder ob eine stete Än
derung, aber eine so langsame statt findet, dafs die eben
gefundene Periode der historischen Zeit von etwa 2000 od
wenn wir bis auf Moses zurückgehn, von sogar 3500 Ja
doch nur als eine kurze erscheinen mufs, von welcher
kein genügendes Argument für ein stetes Gleichbleiben d
mittleren Wärme hernehmen läfst. Abstrahiren wir von d
Argumenten, die man aus dem Auffinden scheinbar tropisch
Gewächse in den Braun- und Steinkohlen-Formationen
entnehmen geneigt ist, und von den Thierresten wärmerer Kl
mate, die sich sogar im ewigen Eise des Polarmeeres wied
finden, als einem bereits erwähnten, zahllos oft untersucht
und noch zu keiner bestimmten Entscheidung gebrachten Pr
bleme, so giebt es noch aufserdem eine Menge von Aufgabe
die neuerdings namentlich G. Bischof[1] zum Gegenstande

---

1 Die Wärmelehre des Innern unsers Erdkörpers u. s. w. Le
1837. 8.

ıuerer Untersuchungen gemacht hat, deren Erörterung bei ei- :r gründlichen Betrachtung der Temperaturverhältnisse unse- r Erde durchaus nicht übergangen werden kann, obgleich : im Ganzen nur dazu dient, die Gröſse der Schwierigkei- n einer genügenden Erklärung besser zu würdigen, zugleich er die Hoffnung einer allseitig befriedigenden Lösung des ithsels stets weiter hinausgerückt zu sehn. POISSON[1] glaubt :n Weg bezeichnet zu haben, auf welchem man zu dem ge- ünschten Ziele gelangen könnte. Nach seiner Ansicht wird e Temperatur der Erdoberfläche bedingt 1) durch die Menge r Wärme, welche die sie berührende und über sie hinströ- :nde Luft ihr entzieht; 2) durch die Quantität, die sie durch rahlung verliert; 3) durch diejenige, die ihr durch Strahlung n allen Seiten der Luft her zugeführt wird, und endlich 4) durch ejenige, die durch die Sonnenstrahlen, sofern diese die Luft ıngen und von der Erde absorbirt werden, entsteht[2]. Man ıersieht bald, daſs die beiden ersten Ursachen negativ, die iden letzten positiv wirken und durch ihre Vereinigung da- r ein Zustand des Gleichgewichts entstehn kann. Allerdings ürde es vortheilhaft seyn, wie POISSON bemerkt, durch Auf- dung der Constanten zu den von ihm angegebenen Formeln den Stand gesetzt zu werden, die künftige Beschaffenheit r Erdtemperatur schon in voraus mit einiger Gewiſsheit oder ndestens Wahrscheinlichkeit zu bestimmen, allein POISSON t auf einen wichtigen Umstand nicht Rücksicht genommen, mlich auf diejenige Wärme, die aus dem Innern des Erd- rpers auf die Oberfläche emporkommt, wie bei zahlreichen, ch gegenwärtig ohne Unterbrechung fortdauernden Processen leugbar der Fall ist. Dieser Umstand erfordert allerdings ıe nähere Betrachtung, und dieses um so mehr, als viele atsachen auf eine allmälige, wenn auch sehr langsame Ab- ılung deuten. So schlieſst DESHAYES[3] aus den Muscheln, sich versteinert in der tertiären Formation finden, und den ;enwärtig in der äquatorischen Zone lebenden gleichen, daſs

---

1 Journal de l'École polyt. Cah. XIX. p. 74 u. 323. Connaissance Tems. 1827. p. 303.

2 Nach FOURIER sind die Sonnenstrahlen, die Wärme des Him- sraumes und die Glühhitze des Erdkerns die drei Quellen der Tem- ıtur der Erdkruste.

3 Edinburgh New Phil. Journ. N. XLI. p. 179.

zur Zeit der Entstehung dieser tertiären Ablagerung die Tem-
peratur unter mittleren Breiten höher war als gegenwärtig
noch bestimmter aber folgern Brongniart und Elie de Beau-
mont[1] aus den Vegetabilien und Animalien in der Grobkalk-
formation der Umgegend von Paris, daſs zwar die gröſste Som-
merwärme seit der Zeit, als diese Pflanzen und Thiere dort vegeti-
ten, unter mittleren Breiten nicht verändert worden seyn kön-
wohl aber die Winterkälte vermindert worden seyn müsse, w
diese Ueberreste eine mittlere Temperatur von etwa 22° C., wie
Cairo herrscht, erfordern. Insbesondere hat Brongniart[2] du
Nachweisung der verschiedenen Gattungen vorweltlicher Pfl
zenreste in den Kohlengebilden dargethan, daſs sie heiſsen
Zonen angehörten, und es ist daher eine allerdings anspr
chende Hypothese, wenn G. Bischof[3] eine Senkung d
jetzigen nördlichen Küstengegenden und ein Ueberström
siger Polargewässer in die entstandenen Niederungen an
womit sich das Herüberführen der Granitblöcke verbinden l
und wodurch dann leicht die noch heiſse Erdkruste so
abgekühlt werden konnte, daſs die bis dahin herrschende t
pische Wärme für immer verschwand, die ihr zugehö
Pflanzen und Thiere aber ein plötzliches Grab fanden. Ü
bergehn wir die nicht wohl genügend zu beantwortenden F
gen, wie tief die Temperatur bereits vom ursprünglichen Fl
sigkeitszustande herabgegangen seyn muſste, als das Leben
Pflanzen und Thiere anfangen konnte, und ob zu dieser Z
die Temperatur der Erdkruste in ihrer ganzen Ausdeh
gleich war[4], so verdient doch das Resultat der Beobach
gen Graeser's[5] bei den Eschweiler Steinkohlenlagern n
unbeachtet zu bleiben, wonach die in der Tiefe vorkom
den Pflanzenarten höher hinauf verschwinden und andern P
machen, wodurch also die allerdings naturgemäſse allm
Abkühlung der Erdkruste einen thatsächlichen Anhaltsp
erhielte, welcher durch andere Gründe, namentlich daſs
Pflanzen- und Thierreste der tertiären Formation an Zahl

---

1 Edinburgh New Phil. Journ. N. XLII. p. 206.

2 Poggendorff Ann. XV. 385.

3 Wärmelehre der Erde. S. 345.

4 Beide sind ausführlich untersucht worden durch G. B
a. a. O. S. 351 ff.

5 Bischof a. a. O. S. 356.

rschiedenheit der Species nach oben wachsen und unter mitt-
·n Breiten nicht der tropischen, sondern der subtropischen
ıe angehören, noch mehr Festigkeit gewinnt.

146) Es ist bereits von den Resultaten über die Abkühlungs-
der Erde geredet worden[1], zu denen FOURIER durch seinen
gelehrten Calcül gelangte, wonach zwar eine stete Tempe-
ırverminderung in Folge unausgesetzter Strahlung gegen den
nmelsraum statt findet, aber eine so langsame, daſs ihre
rkung während der historischen Zeit nicht wahrnehmbar
ı konnte. Nach ihm also, übereinstimmend mit POISSON,
die Temperatur der Erde jetzt in einem stationären Zu-
de, sofern die äuſserste Kruste einen durch die Jahreszei-
bedingten Wechsel erleidet, die in der Tiefe herrschende
sere Wärme aber wegen schlechter Leitungsfähigkeit der
sen die Oberfläche nicht mehr erreicht, um von da durch
hlung in den Himmelsraum zu gelangen. Wollen wir uns
:h die eleganten Formeln nicht blenden lassen, sondern
es Verhalten mit physikalischen Gesetzen in Einklang brin-
, so müssen wir zugestehn, daſs die Erde dann Wärme
ihrer Oberfläche abgiebt, wenn die letztere wärmer ist,
die sie berührende Luft, im umgekehrten Falle aber auf-
nt. Genau genommen müſste hiernach in einer gewissen
e eine Grenze existiren, bis wohin die jährlichen Oscil-
nen der äuſsersten Kruste sich nicht erstrecken, weil das
lringen der Winterkälte durch die Repulsion der Erdwärme
ndert würde, die wiederkehrende Sommerwärme aber bloſs
im Winter statt gefundenen Verlust der oberen Schichten
ler zu compensiren vermöchte. Nach den im 2ten Ab-
itte angestellten Untersuchungen hätten wir unter niede-
Breiten diese Grenze nach BOUSSINGAULT in sehr gerin-
Tiefe, unter mittleren in etwa 65 bis 80 Fuſs und unter
ren noch tiefer zu suchen; allein die daselbst vorhandene
peratur müſste zugleich der mittleren der Orte gleich seyn,
sich in der Erfahrung nicht bestätigt findet, indem sie
ıehr wohl allgemein höher gefunden wird. Auſserdem
te nach den Ansichten beider Gelehrten der Wärmever-
nur durch Strahlung gegen den Himmelsraum statt finden,
ı wirkliche Existenz und eigentliche Wesenheit noch

[1] S. Art. *Erde*, Temperatur. Bd. IV. S. 983.

vielen Zweifeln unterliegt, nicht zu gedenken, dafs die B
dingungen und die ganze Aetiologie dieser Strahlung no
überall nicht festgesetzt sind und daher ein jeder nach B
lieben ihre Wirkungen gröfser oder geringer annehmen ka
Endlich ist aber neuerdings ein oben bereits erwähntes b
deutendes Argument gegen die aus dieser Theorie abgeleite
Resultate aus dem Umstande hergenommen, dafs an eini
Orten eine gröfsere Kälte wirklich beobachtet wurde, als j
Gelehrten dem Himmelsraume anweisen, indem sie dieselb
etwa 50° C. annahmen.

147) Entfernen wir uns von diesen, keineswegs auf
cheren Grundlagen gestützten Hypothesen und würdigen
vielmehr die uns zu Gebote stehenden einfachen Erschei
gen, so können einige Thatsachen auf keine Weise von
übersehn werden, aus denen ein Entweichen der
Wärme aus gröfseren Tiefen auf die Oberfläche unleugbar
vorgeht. G. Bischof[1] hat die *Processe, wodurch un
Erde Wärme entzogen wird,* aufgesucht und findet d
fünf: 1) das Aufsteigen von Thermen; 2) das Abschm
des Gletschereises durch die aus dem Erdboden ausströme
Wärme; 3) die Erwärmung des Wassers in Seen und
Meere, vermöge deren dasselbe über den Punct seiner g
ten Dichtigkeit hinausgeht oder überhaupt als specifisch l
ter aufsteigt und an der Oberfläche abgekühlt wird; 4)
canische Exhalationen und 5) Gasentwickelungen, v
Kohlensäure-Gasexhalationen. Will man es genau n
so mufs noch ein 6ter Procefs hinzugesetzt werden,
die Abgabe von Wärme des Bodens an die Luft an allen
Orten, wo die des ersteren gröfser ist, als die der letzt
beider mittlere Temperaturen angenommen. Dafs auch d
diese zuletzt genannte Ursache ein Wärmeverlust unserer E
statt finden müsse, und ein nicht unbedeutender wegen
grofsen Ausdehnung derjenigen Strecken, wo die Bodenw
noch zur Zeit gröfser ist, als die der Luft, unterliegt kei
Zweifel[2], wie auch immer der Wechsel der Temperatu
der äufsersten Erdrinde seyn mag. Ebenso wenig läfst sic
Abrede stellen, dafs die Wärmeabgabe da am stärksten

1 Wärmelehre. S. 368.

2 Vergl. Bischof Wärmelehre. S. 301 ff.

isse, wo die Bodentemperatur die der Luft am meisten über-
ffit, also vorzüglich auf derjenigen Strecke, die sich nach
en §. 131 angeführten Beweisen durch ungewöhnlich hohe
den-Temperatur auszeichnet. Es liegt aber in dieser Un-
ichheit der mittleren Wärme unter gleichen Breiten ein
nes Argument für die allmälige Temperatur-Verminderung
r Erdkruste, da sich auf keine Art beweisen läfst, dafs die
genwärtig noch wärmeren Strecken nicht auf die Tempera-
r anderer unter gleichen Breitengraden liegender herabsinken
onte.

148) G. Bischof hat die 5 von ihm aufgestellten Ursa-
n einer allmäligen Abkühlung unsers Erdballs einer aus-
rlichen Untersuchung unterworfen, jedoch wird es hier ge-
gen, nur einige Hauptpuncte zu berühren, weil die Sache
sich im Allgemeinen auf den ersten Blick klar und keinem
eifel unterworfen ist, zu einer Berechnung der Gröfse die-
Wirkungen aber und also zur Auffindung der Zeit, nach
lcher eine um eine gewisse Anzahl von Graden des Thermo-
ters merkbare Verminderung der Temperatur eintreten müfste,
erforderlichen Bestimmungen fehlen. Handelt es sich zu-
t um diejenige Wärme, welche die *heifsen Quellen* an die
erfläche der Erde führen und die somit der Erde entzogen
d, vorausgesetzt, dafs die mittlere Temperatur der Luft
urch nicht steigt, so müssen wir als *warme Quellen* alle
enigen betrachten, deren Wasser fortdauernd wärmer ist,
die mittlere Wärme derjenigen Orte, wo sie entspringen,
nn der Unterschied auch nur einen oder einige Grade be-
t. Es ist aber bereits am geeigneten Orte[1] gezeigt worden,
es solcher Quellen in allen Regionen der Erde und in
verschiedensten Höhen eine sehr grofse Zahl giebt, dafs
Wärme einiger derselben sehr grofs ist, ja bei den ent-
eden mit Vulcanen zusammenhängenden sogar die Siede-
e erreicht, und im Allgemeinen, wenn auch einzelne Aus-
nen statt zu finden scheinen oder erweislich statt finden
en, seit der historischen Zeit unverändert geblieben ist. Dort
ugleich angegeben worden, dafs nach triftigen Gründen die
me der Thermalquellen nicht wohl von einer andern Ur-

1 S. Art. *Quellen*, Temperatur derselben. Bd. VII. S. 1085 und
f.

sache, als der noch bestehenden Hitze in gröfseren Tie
hauptsächlich in der Nähe noch brennender oder erlosch
Vulcane, abgeleitet werden kann. Seitdem hat G. Bisc
diesen Gegenstand noch weiter verfolgt, die Temperat
mehrerer Thermen näher bestimmt, den Einflufs, welchen
Kohlensäure auf ihre Wärme haben kann, durch fortges
Versuche ausgemittelt und ist durch alles dieses in seiner früh
Meinung bestärkt worden, wonach die Kohlensäure nur ei
geringen Antheil an der höheren Temperatur der Thermen
ben kann und sie diese daher fast ganz allein der fortda
den Wärme tieferer Erdschichten verdanken, ohne dafs
Ursache haben, zu chemischen Zersetzungen oder elektri
Einwirkungen unsere Zuflucht zu nehmen. Bis soweit
alles unter sich vollkommen zusammen; handelt es sic
um die Hauptfrage, wie grofs die Menge der Wärme
hierdurch dem Innern der Erde entzogen und der umgeb
Atmosphäre zugeführt wird, so gelangt man blofs zu der Ue
zeugung, dafs sie bei der allgemeinen Verbreitung der The
und der grofsen Hitze vieler unter ihnen zwar absolut
grofs, im Verhältnifs zur Masse des ganzen Planeten abe
sehr gering sey, weil eine leichte Berechnung zeigt, dafs
nur kleiner Berg von bedeutender noch andauernder W
hinreiche, um so starke und heifse Quellen, wie z. B.
Carlsbader, mehrere Tausende von Jahren ohne merkli
nahme zu erhitzen, wie oben[2] bereits angegeben word

149) Ein zweites Mittel, wodurch der Erde Wärm
zogen wird, ist das Wegschmelzen der Gletscher an ihre
teren Fläche durch die Wärme des Bodens, worauf sie
Dafs die Gletscher wirklich eine Verminderung durch
Ursache erleiden, die zugleich das bekannte Herabsinken
selben bewirkt, ist bereits durch v. Horner[3] gezeigt wo
Bischof[4] folgert aus der Natur der Sache, übereinstim
mit seinen eigenen Beobachtungen, dafs dieses Wegsch
nur da geschehen könne, wo vermöge der Höhe, die
den Alpen der Schweiz bis etwa 6200 Fufs annimmt,

1 Die Wärmelehre des Innern unseres Erdkörpers. S. 2
2 S. Art. *Quellen*. Bd. VII. S. 1122.
3 S. Art. *Eis*, *Gletscher*. Bd. IV. S. 133.
4 Wärmelehre. S. 101.

Wärme des Bodens über 0° C. bleibt, indem weiter aufwärts
ur in der wärmeren Jahreszeit ein Theil des Eises und
chnees von oben her durch den Einfluſs der Luft und der
ydrometeore schmilzt. Nach seiner Angabe liegt der gröſste
heil der Alpen-Gletscher unterhalb dieser Grenze, und wenn
eich diese Bedeckung die oberste Grenze des Bodens ab-
ihlt und er somit die ihm nach der geographischen Breite
nd Höhe über dem Meeresspiegel zukommende Wärme nicht
at, so giebt eben der Unterschied dieser beiden Gröſsen das
laſs der Wärme an, die aus dem Boden abgegeben wird und
im Schmelzen des Eises dient, wenn gleich die wirkliche
emperatur, eben wegen der sofort zur Verwandlung des Eises
Wasser statt findenden Absorption, sich nicht merklich über
C. erhebt. Allerdings ist hierdurch ein Herabsinken der
Wärme der äuſsersten Erdoberfläche nothwendig bedingt, wie
nn überhaupt Gletscher die Temperatur der nächsten Umge-
ingen vermindern, allein in der Tiefe von einem oder etlichen
ıſsen kommt nach wirklichen, durch Bischof angestellten Mes-
ngen die normale Bodenwärme wieder zum Vorschein. Eine
stimmung der Menge von Wärme, welche hierdurch der
de entzogen wird, selbst eine nur annähernde, muſs aber
ts unmöglich bleiben; denn obgleich es scheint, als könnte
n diese aus der Quantität des Wassers, welche jährlich von
em Gletscher abflieſst, oder aus der Gröſse der geschmolze-
ı Eismasse bestimmen, so ist dieses doch unzulässig, nicht
ıſs wegen der Schwierigkeit, eine genaue Maſsbestimmung
rüber zu erhalten, sondern auch weil in der wärmeren Jah-
zeit eine Menge Wasser aus dem Eise in gröſseren Höhen
l von atmosphärischen Niederschlägen unter die Gletscher
ıgt und dann unten wieder abflieſst, nicht gerechnet, daſs
er den Gletschern auch Thermen vorhanden seyn können
l unter einigen erweislich vorhanden sind. Wegen dieser
verschiedene Weise bedingten Ursachen flieſsen einige
tscherbäche das ganze Jahr hindurch, in den kälteren Jah-
eiten aber mit verminderter Wassermenge. Wird dann als
iesen angenommen, daſs der Boden unausgesetzt Wärme
ı Schmelzen des Gletschereises abgiebt, so scheint hieraus
ıwendig zu folgen, daſs durch fortdauernde Abnahme der
lentemperatur die Masse der Gletscher stets zunehmen müsse.
r kommen wir aber auf ein schwieriges Problem, indem

eine Menge Autoritäten für eine Vergröfserung derselben si
entscheiden, während andere, ebenso gewichtige das Geg
theil behaupten[1], deren Vergleichung und vorurtheilsfreie P
fung zu dem Resultate führt, dafs bei statt findenden parti
len Vermehrungen und Verminderungen die Gesammtmasse
Gletscher im Ganzen unverändert bleibt. Auch hier fin
wir daher, ungeachtet erwiesenen Wärmeverlustes der E
den Zustand des Gleichbleibens oder eine so langsame Ve
derung, dafs sie während der historischen Zeit unmel
blieb.

150) Eine sehr schwierige Frage ist die, ob die W
der Seeen und des Weltmeers Wärme vom Boden erh
und diese der Oberfläche zuführen, von wo sie dann
Dampfbildung verwandt an die Luft abgegeben und so
Erdboden entzogen würde, wie G. Bischof[2] als erwiesen
nimmt. Untersuchen wir zuerst diese Aufgabe rücksi
der Seeen, so habe ich darüber bereits[3] geäufsert, dafs a
dings der wärmere Boden an das ihn berührende Wasser W
me abgeben müfste, wenn nicht diese Quelle bei der T
der Seeen durch die Länge der Zeit bereits erschöpft w
Bischof hat sich gegen die letztere Ansicht erklärt, und n
für diejenigen Orte, wo die Bodentemperatur höher ist,
diejenige, bei welcher das Wasser seine gröfste Dic
hat, eine stets fortdauernde Erwärmung der tiefsten W
schichten und ein daraus folgendes Aufsteigen dersel
statt dafs an solchen Orten, wo die Bodenwärme gerin
die wärmeren oberen Schichten herabsinken und dem
Wärme zuführen, während an solchen Orten endlich, w
Bodenwärme der des Wassers im Puncte der gröfsten Di
keit völlig gleich ist, gar keine durch ungleiche Temp
bedingte Strömung statt finden kann, welches auch da de
seyn mufs, wo die Temperatur der Luft sich in den ver
denen Abschnitten des Jahres wenig ändert und die o
Wasserschichten daher wegen ihrer grofsen Wärmeca
nicht so weit erkalten, dafs dadurch ein Herabsinken d

1 Die ausführliche Literatur hierüber findet man in B
Wärmelehre. S. 131.

2 Wärmelehre. S. 138 ff.

3 S. Art. *See*. Bd. VIII. S. 741.

n bewirkt würde, also unter der tropischen Zone. Hiernach
nn die Annahme einer steten Abkühlung sich also nur auf
een unter mittleren Breitengraden und in solchen Höhen be-
hn, wo die mittlere Bodentemperatur höher ist als diejenige,
i welcher das Wasser den Punct der gröfsten Dichtigkeit
t. Zur Auffindung der Menge von Wärme, welche der
iden solcher Seeen an das Wasser abgiebt, wodurch ein
ifsteigen desselben nach statischen Gesetzen veranlafst und
nn ein Uebergang der überschüssigen Wärme an die Luft
öglich gemacht würde, bezieht sich Bischof auf die oben
8 erwähnten, durch de la Rive und Marcet beim Boh-
n eines artesischen Brunnens in der Nähe des Genfersees
haltenen Resultate. Dabei wurden in 680 Fufs Tiefe 13°,8
gefunden, und da die Tiefe des Sees 950 Fufs beträgt, so
ifste die hier vorhandene Bodenwärme bei gleicher Zunahme
it wachsender Tiefe 16°,15 R. betragen. Da aber Saussure
e Temperatur des Wassers in dieser Tiefe = 4°,32 R. fand,
wäre 16°,15 — 4°,32 = 11°,83 das Mafs der vom Boden
gegebenen Wärme, welches dann, sobald es sich von dem
irklich der Oberfläche zugeführten Quantum handelt, durch
e Leitungsfähigkeit der den Boden bildenden Erd- und Fels-
ger bedingt würde. Hieraus folgert Bischof, dafs noch
rtdauernd durch das Aufsteigen des erwärmten Wassers vom
iden der Seeen auf gleiche Art ein Wärmeverlust der Erd-
uste statt finde, als durch das Abschmelzen der Gletscher an
rer unteren Fläche, und weist dann nach, in welchem Ver-
iltnifs das auch von aufsen bald erwärmte, bald erkältete
asser in Folge seines hierdurch bedingten specifischen Ge-
ichtes abwechselnd aufsteigen oder niedersinken müsse.

151) Da einmal diese Frage in Anregung gebracht und
einer im Allgemeinen darüber aufgestellten Ansicht widerspro-
en worden ist, so erlaube ich mir eine nähere Prüfung des
hatsächlichen, woraus hervorgehn wird, dafs entweder gar
in Verlust von Erdwärme auf diesem Wege oder nur ein
ichst unbedeutender statt finden kann, indem wirklich durch
e Länge der Zeit ein gewisser Zustand des Gleichbleibens
ngetreten seyn mufs. Wenn man als erwiesen annehmen
irf, dafs die Temperatur des Wassers der Seeen mit der
iefe abnimmt und dann eine Schicht von mehr als 100 F.
ächtigkeit folgt, wo die Temperatur unverändert bleibt, ein

aus fast allen Messungen hervorgehendes Resultat[1], so ist d
mit jene Behauptung schon auf die einfachste Weise bewies
denn man müfste nothwendig bei zunehmender Tiefe wied
auf eine Schicht von wärmerem aufsteigenden Wasser ko
men, wenn ein Aufsteigen des am Boden erwärmten und d
durch specifisch leichter gewordenen statt fände. Zu de
nämlichen Resultate führt eine nähere Analyse des thatsäch
chen Verhaltens. Wir wollen uns vorstellen, die Oberfläc
des Wassers sey bis 0° C. erkaltet, so kann die Tempera
gar nicht oder nur unmerklich geringer werden; denn de
weiteren Wärmeverlust findet Eisbildung statt und das W
ser erhält eine in mehrfacher Beziehung schützende Dec
Zuerst wird die Verdampfung und die damit verknüpfte Bi
dung von Wärme vermindert, da das Eis weniger als
Wasser verdampft, zugleich aber ist das Eis ein schlech
Wärmeleiter, und endlich kann nur an der unteren Fläche
schon vorhandenen Decke weiteres Eis gebildet werden, d
dessen Entstehung jedoch für eine gleiche Masse Wasser 75
Wärme frei wird, die zwar durch das Eis, aber nur lang
entweicht und daher der Dicke des entstehenden Eises e
bestimmte Grenze setzt; denn selbst in den ganz unwirth
ren Gegenden von Boothia Felix unter 70° N. B. erreichte
Eis auf der See nur 10 Fufs und auf einem Teiche nur
Fufs Dicke[2]. Indem aber das Wasser ein so aufserordentl
schlechter Wärmeleiter ist, wenn keine Strömungen in de
selben nach statischen Gesetzen statt finden, so wird sich d
Wärme der unteren Schichten nur äufserst langsam den hö
ren mittheilen, und wir dürfen dreist annehmen, dafs di
Winter statt findende Abkühlung der Oberfläche nicht bi
eine Tiefe von 200 bis höchstens 300 Fufs merkbar wird,
sie würde auf diese Weise ihre Wirkung nicht einmal bis
100 Fufs Tiefe merkbar machen, wenn wir dem Wasser k
stärkeres Leitungsvermögen als der Erde beilegen wollen,
zu wir gewifs nicht berechtigt sind, und bei der Erde
streckt sich der jährliche Wechsel der Temperatur nach d
oben im zweiten Abschnitte enthaltenen Untersuchungen

1 Die wichtigsten Messungen findet man Th. VIII. S. 741.
oben §. 27.

2 S. Art. *Meer*. Bd. VI. S. 1695.

chstens bis zu einer Tiefe von etwa 85 Fufs. Das kältere 'asser unter dem Eise ist aber leichter, als das unter ihm findliche wärmere, so lange die Temperatur des letzteren ;ht über etwa 8° C. hinausgeht, erhält sich daher statisch er demselben, und die Winterkälte wird also nicht tief einingen, diejenigen Wassertheilchen aber, die bei 3°,78 C. e gröfste Dichtigkeit erlangen, müssen allerdings herabsinn, allein nicht bis zu einer bedeutenden Tiefe, weil sie von n während des Sommers erwärmten Schichten sehr bald über n Punct der gröfsten Dichtigkeit hinaus und mit den etas tiefer befindlichen Wassertheilen ins Gleichgewicht komn. Während des Schmelzens des Eises findet ein gleiches rhalten statt, unterdessen nimmt die Wärme der Luft zu, e Sonnenstrahlen wirken auf das Wasser und beide Ursaen bringen die oberen Schichten bald über den Punct der öfsten Dichtigkeit hinaus, so dafs keine beträchtliche Quanät herabsinken kann, immer aber so viel, um die Tempetur der tieferen Lagen unter die mittlere der Orte, wo sie ch befinden, hinabzubringen. Ueberhaupt sinken zwar specich schwerere Flüssigkeiten in leichteren bald hinab und ngekehrt, wie sich beim *Passevin* zeigt, allein dieser Profs wird ausnehmend erschwert, wenn die Ungleichheit der emperatur durch Schichten von grofser Mächtigkeit verbreit ist und die einander berührenden einen kaum oder gar icht mefsbaren Unterschied zeigen[1]. Wollen wir also die

1 Bischof hat zur Unterstützung seiner Meinung eine Reihe hätzbarer Versuche über das Wärmeleitungsvermögen des Wassers gestellt, indem er dasselbe in 6 Fufs langen Röhren durch Eis erltete oder durch eine Weingeistlampe erwärmte und die Zeit der römung mittelst Thermometer, eines unteren, eines oberen und nes mittleren, bestimmte. S. Wärmelehre S. 431 ff. Allein die anwandten Mittel der Erwärmung und Erkältung wirkten beide sehr ergisch auf die unmittelbar getroffenen Wassertheilchen und die ngleichheit der Temperatur schwankte zwischen den Extremen bei nwendung des Eises von 10°,12 und 16°,5 C., dann von 12°,32 und °,25 und von 7°,25 und 12°,8 C., bei Anwendung der Weingeistmpe aber von 14°,05 und 18°,35, von 10°,75 und 26°,25 C., lauter öhere Temperaturen, bei denen die Dichtigkeit des Wassers sich hon stärker ändert; die mittlere Temperatur des Wassers der Seeen t aber ungefähr = 5° C. und liegt also fast in der Mitte zwischen ° und 8° C., wobei die Dichtigkeit des Wassers gleich und zwischen nen die Aenderung der Dichtigkeit am geringsten ist.

Thatsache, dafs die Temperatur der tiefen Seen bis zu ei[illegible] gewissen Tiefe abnimmt, dann aber ein gewisses Minim[illegible] erreicht und von da an bis zu noch gröfseren, mehrere H[illegible] dert Fufs betragenden Tiefen nicht wieder wärmer wird, [illegible] anerkannten Naturgesetzen in Einklang bringen, so müs[illegible] wir annehmen, dafs die Temperatur der untersten Schich[illegible] eben durch das Herabsinken des dichteren Wassers und [illegible] Aufsteigen des leichteren mit der Zeit in einen gewissen [illegible] bilen Zustand gebracht worden ist, nach welchem diese [illegible] niederen Breiten der Bodentemperatur gleich oder nur we[illegible] niedriger ist[1], mit zunehmender Polhöhe unter diese he[illegible] geht, bis sie ihr bei 3°,78 oder etwa zwischen 3°,5 bis 4[illegible] gleich ist, noch weiter nach Norden hin sie aber übertrifft, [illegible] nach dann zugleich die jährlichen Variationen sich nicht [illegible] als bis auf etwa 100 bis 200 Fufs Tiefe erstrecken. Di[illegible] Ansicht läfst sich dadurch rechtfertigen, dafs ein feuchter E[illegible] boden die Wärme vorzugsweise gut leitet; der Boden der Se[illegible] mufste also gleich nach ihrem Entstehen dem herabsinken[illegible] kalten Wasser seine Wärme mittheilen, und da dieses die [illegible] haltene sofort mit sich in die Höhe nahm, andere kä[illegible] Massen aber an seine Stelle traten, dieser schnelle Wech[illegible] ferner ohne Unterbrechung statt fand und obendrein dem [illegible] den nie neue Wärme durch Sonnenstrahlen, wärmere L[illegible] und Hydrometeore zugeführt wurde, so mufste er, wenn [illegible] erst nach Tausend Jahren, in einen solchen mittleren Z[illegible] kommen, dafs jetzt keine Wärme aus Tiefen dieses B[illegible] wohin die jährlichen, ja man darf sagen die seculären V[illegible] tionen reichen, den auf ihm ruhenden Schichten mehr mi[illegible] theilt wird.

Wenden wir uns jetzt zur Beantwortung der Frage, [illegible] die Erde noch gegenwärtig fortwährend einen Verlust ih[illegible]

---

1 V. Humboldt Reisen Th. III. S. 131. fand die Temperatur [illegible] Wassers des Valencia-Sees in den Thälern von Aragua an der Ob[illegible] fläche 0°,6 bis 1°,5 niedriger, als die der Luft, und hält dieses [illegible] eine Folge der Verdunstung; es kann aber auch daher ruhren, [illegible] das durch irgend eine Ursache erkaltete Wasser sofort herabsinkt [illegible] dafs somit die ganze Masse durch diese oft wiederkehrende Wi[illegible] etwas unter die Mitteltemperatur des Ortes herabgeht, wobei [illegible] aufserdem das in die meisten Seeen sich ergiefsende kältere Wa[illegible] benachbarter Bergspitzen nicht ohne Einflufs bleiben kann.

prünglichen Wärme durch Abgabe eines Theils an das den
den berührende Meerwasser erleidet, so fühlt man augen-
cklich die noch ungleich gröfsere Schwierigkeit, hierüber
r mit einiger Wahrscheinlichkeit zu entscheiden. Fassen
r die Thatsachen zusammen, die über die Temperatur des
eeres und die vielen Strömungen in demselben am gehöri-
n Orte[1] beigebracht worden sind, so zeugt auf der einen Seite
e mit der Tiefe abnehmende Temperatur und v. HORNER's,
enn auch nicht allgemein richtige, doch für einzelne Orte
cht ganz unbegründete Annahme, dafs die Meere in einer
wissen Tiefe eine weiter herab nicht mehr abnehmende,
er auch nicht mehr wachsende Temperatur haben sollen,
gen ein fortdauerndes Aufsteigen des durch den Boden er-
irmten Wassers; von der andern Seite aber lassen die uner-
efslichen Strömungen, wodurch unablässig enorme Massen
lten Wassers in warme Regionen und umgekehrt des war-
en in die beeisten Polargegenden geführt werden, keiner
offnung Raum, dieses Problem jemals genügend zu lösen.
n Allgemeinen möchte ich annehmen, dafs durch die Wir-
ung dieser mächtigen Ursachen der Meeresboden, so wie der
rund der Seeen, bereits in einen solchen Zustand des Gleich-
ewichts gekommen sey, dafs er keine Wärme mehr abgiebt.
abei darf aber die oben §. 131 angegebene Thatsache, dafs
n einzelnen Stellen eine regelwidrige Wärme des Meeresbo-
ens statt findet, wodurch namentlich das Wasser des Golph-
tromes seine übergrofse Temperatur mindestens zum Theil er-
ält und auch selbst bei Spitzbergen das Wasser eine unter gleichen
reiten sonst nicht vorkommende Wärme zeigt, nicht übersehn
erden. Hierdurch wird allerdings ein Wärmeverlust der
rde erzeugt, allein dieser Procefs, welcher im Ganzen und
ei weitem in den meisten Fällen mit vulcanischen Thätigkei-
en zusammenhängt, gehört zu einer andern, sogleich zu un-
ersuchenden Classe von Erscheinungen.

152) Niemand hat wohl in Abrede gestellt, dafs bei den
ulcanischen Ausbrüchen, dem Aufsteigen unermefslicher Rauch-
nd Feuersäulen und dem Ausfliefsen mächtiger Lavaströme
ine grofse Menge Wärme aus dem Innern der Erde zur Ober-
läche gelange; ob aber hiermit eine eigentliche Abgabe von

1 S. Art. *Meer*. Bd. VI. S. 1656 ff. 1756 ff.

Wärme, ein wirklicher Verlust derselben von Seiten der festen Theile unsers Planeten verbunden sey, ist damit nicht nothwendig zugestanden. Müfste man annehmen, dafs die vulcanischen Verbrennungsprocesse auf chemischen Actionen beruhten und die zum Vorschein kommende Wärme nur aus dem latenten Zustande entbundene sey, so könnte nicht unmittelbar ein wirklicher Verlust dieses unwägbaren Agens gefolgert werden, vielmehr würde die Entscheidung hierüber zuvor der Lösung des schwierigen Problems über das eigentliche Wesen der freien und latenten Wärme anheimfallen und könnte dann auf jeden Fall hier nicht genügend erörtert werden. Wenn aber mit der überwiegenden Mehrzahl der Physiker angenommen wird, dafs die noch thätigen Vulcane als Schlünde zu betrachten sind, die bis zur noch glühenden Masse unserer Erde sich erstrecken, oder dafs vielmehr bis zu ihren Mündungen die noch fortdauernden Glühungsprocesse unserer Erde hinaufreichen, so ist keinen Augenblick in Abrede zu stellen, dafs hierdurch ein unermefslich grofser Wärmeverlust der tieferen Schichten unseres Planeten gegeben sey. Wie überwiegend bedeutend aber dieses Mittel einer allmäligen Abnahme der Temperatur unserer Erde seyn mag, so ist doch eine ausführliche Erörterung desselben weder nothwendig, noch auch nur einmal nützlich, denn die Thatsache selbst unterliegt keinem Zweifel, eine Bestimmung des Quantitativen der hierdurch frei werdenden Wärme setzt aber eine genauere Untersuchung der Menge noch brennender Vulcane und der Gröfse ihrer Thätigkeiten voraus, die einem eigenen Artikel vorbehalten bleibt[1], woraus sich dann ergeben wird, dafs auf diesem Wege selbst keine nur annähernd genaue Gröfsen zu erhalten sind. Hier darf jedoch die Bemerkung nicht übergangen werden, dafs nach einer überwiegenden Menge vorhandener Thatsachen die vulcanischen Thätigkeiten ehemals weit ausgebreiteter und grofsartiger gewesen seyn müssen, als gegenwärtig, dafs also nach Wahrscheinlichkeitsgründen eben hierdurch die äufsere Kruste unserer Erde umgewandelt worden sey, und dafs diese neben dem hierdurch erzeugten Verluste ihrer ursprünglichen hohen Temperatur ihre jetzige veränderte Gestalt und die mittlere Wärme an den verschiedenen

1 S. *Vulcane.*

rten erhalten habe. Nicht ohne Grund könnte dann hieraus
folgert werden, dafs durch dieses grofse, an Intensität stets
nehmende Mittel eine so lange fortdauernde allmälige Ver-
inderung der Erdwärme nothwendig bedingt sey, als noch
lcanische Actionen vorhanden sind, wenn auch eine so lang-
me, dafs deren Wirkungen erst aus genauen Messungen nach
hrhunderten oder eigentlicher Jahrtausenden merkbar werden
önnten.

153) Als letztes Mittel, wodurch unserer Erde Wärme
tzogen wird, sind die zahlreichen und beträchtlichen Gas-Ex-
lationen genannt worden. Die aufsteigenden Gase sind meistens
ohlensäure, die in der Nähe noch thätiger oder erloschener
lcane theils mit Wasser, an welches diese Säure gebunden
, theils frei, häufig rein, zuweilen mit salzsaurem Gas und
hwefelwasserstoffgas gemengt, in wahrhaft ungeheurer Menge
allen Gegenden der Erde emporkommt. Wenn man das
eichfalls in beträchtlicher Menge, namentlich in manchen
uellen, aufsteigende Stickgas von atmosphärischer Luft ab-
itet, welcher durch chemische Processe in der Tiefe ihr Sauer-
offgas entzogen worden seyn müfste, so fragt sich hauptsäch-
h, welchen Ursprung die unermefsliche Menge von Kohlen-
ure hat, deren Entstehen aus begreiflichen Gründen die Auf-
erksamkeit der Naturforscher stets vorzugsweise erregte. Am
türlichsten ist es wohl, sie aus Kalkgebilden abzuleiten, aus
nen sie durch chemische Mittel oder durch Hitze ausgeschie-
n werden müfste. Bischof[1], welcher diese Aufgabe aus-
ihrlich untersucht und die bekannten Thatsachen durch eigene
eobachtungen und selbst auch Versuche vermehrt hat, ent-
heidet hierüber nicht mit absoluter Bestimmtheit, neigt sich
er überwiegend zu der Meinung hin, dafs die noch dauern-
Hitze im Innern der Erde sie da frei mache, wo ein vor-
ndener Ausweg ihre Entweichung durch Aufhebung des sie
rückhaltenden Druckes gestatte. Wichtig sind in dieser Be-
ehung seine Versuche, aus denen hervorgeht, dafs die durch
ühhitze aus Kalksteinen entbundene Kohlensäure keine be-
utende Wärme zeigt, indem die zum Austreiben derselben
rwandte Hitze zur Erzeugung ihrer Gasform dient. Wenn
n das Vorkommen der Gasexhalationen bei weitem in den

1 Wärmelehre u. s. w. S. 317 ff.

meisten Fällen an solchen Orten, die sichtbare Spuren noc thätiger oder erloschener Vulcane zeigen, auf jeden Fall di auch durch sonstige Gründe unterstützte Hypothese sehr wahr scheinlich macht, wonach die Kohlensäure durch die noc fortdauernde Glühhitze im Innern der Erde entbunden wir woraus die ungeheure Menge derselben allein erklärlich sey dürfte, so läfst sich zugleich nicht verkennen, dafs durch di sen Procefs auf jeden Fall der Erde eine unermefsliche Men von Wärme entzogen wird, welche, wenn auch nicht ve schwunden, doch als gebunden in der Kohlensäure vorhan den ist[1].

154) Die Ursachen, welche eine Veränderung der beste henden mittleren Temperatur der verschiedenen Orte beding erscheinen nach den bisherigen Betrachtungen sehr wirksa wenn gleich kein absolutes Mafs ihrer Gröfse aufzufinden

---

1 Brongniart in Poggend. Ann. XV. 470. aus Ann. des Sc. nat. T.X p. 225. glaubt, die grofsen Lagen von Steinkohlen und Braunkohlen sey aus der früher in ungleich gröfserer Menge vorhanden gewesenen Ko lensäure entstanden, die sich erst habe ablagern müssen, um die A mosphäre für warmblütige Thiere athembar zu machen, Bischof welcher die gegenwärtige Bildung der als Mofetten aufsteigenden K lensäure von der Bildung vulcanischer Massen auf Kosten des koh sauren Kalkes ableitet, schliefst hieran die Hypothese, dafs f bei viel gröfserer Ausbreitung vulcanischer Thätigkeiten eine gröfsere Menge entbundener Kohlensäure aufgestiegen seyn deren Kohlenstoff zur Bildung der unermefslichen Lagerungen Kohlen aus der Vorwelt das Material hergegeben habe. In B hung hierauf müfsten wir jedoch annehmen, dafs die ursprüngl Erde gehörigen Kalktheile, ungeachtet der Glühhitze der Ges masse und ihres feurig flüssigen Zustandes, selbst bis zur Oberf hin kohlensauer gewesen wären. Wollte man statt dessen die E stenz einer ursprünglich vorhandenen überwiegenden Menge von K lenstoff annehmen, so liefse sich, wegen Ungewifsheit des Gan auch diese Hypothese nicht wohl widerlegen. Eine interessantere B trachtung dürfte die seyn, dafs ungeachtet der aufserordentlich Menge von stets aus der Erde aufsteigender Kohlensäure und der g fsen Quantität, die noch täglich durch Verbrennung der Pflanzenre vorweltlicher Zeiten erzeugt wird, das constante Verhältnifs der K lensäure und des Sauerstoffgases keine Aenderung erleidet. Die N im Grofsen hat, wie man hieraus sieht, noch unbekannte Mittel, d bestehenden Zustand des Gleichgewichts dauernd zu erhalten, und dürfte ein Gleiches auch in Beziehung auf die Unveränderlichkeit d Temperatur statt finden.

sie aber in Beziehung auf die Gröfse unserer Erde noch
r so bedeutend zu halten sind, dafs sie in mefsbarer Zeit
ne merkliche Veränderung hervorzubringen vermöchten, dar-
ier hat BISCHOF[1] gleichfalls eine Reihe schätzbarer Unter-
chungen angestellt, die hier noch erwähnt werden müssen.
a der Basalt zu den Hauptbestandtheilen gehört, welche durch
lcanische Kräfte emporgehoben worden sind, hauptsächlich
enn man die nahe Uebereinstimmung desselben mit den La-
n berücksichtigt, die Hypothese also sehr nahe liegt, dafs
r ganze Erdkern der Hauptsache nach aus basaltartiger Masse
stehe, so war es wohl am meisten sachgemäfs, die Abküh-
ngsgesetze bei grofsen geschmolzenen Basaltkugeln zu unter-
chen, um von diesen auf die Abkühlung unserer Erde zu
hliefsen. Die für diesen Zweck angestellten Versuche sind
a so schätzbarer, als sie grofse Hülfsmittel erfordern, die
ır wenigen Physikern zu Gebote stehn, und das Publicum
ufs daher beiden, sowohl G. BISCHOF, als auch seinem
eunde ALTHANS, Dank wissen, dafs sie die schwierigen
cperimente auf der Saynerhütte glücklich zu Stande brachten
ıd Basaltkugeln von 21 und 27 rheinl. Zoll Durchmesser mit
ngesenkten Löchern gossen oder Vertiefungen bohrten und
nn mit hineingebrachten Thermometern die Zeiten der Er-
ltung bestimmten. Uebergehn wir verschiedene beiläufig ge-
ndene Resultate, z. B. die Bestimmung des Schmelzpunctes
im Basalte, welche über die des Kupfers, also über 1400°
hinausgeht, und einige andere, die hauptsächlich für Geo-
gen Interesse haben, so beruht die Lösung des eigentlichen
oblems darauf, dafs man sich erlaubt, von der Zeit, welche
ne solche Kugel bedarf, um von der Glühhitze zu einer mitt-
en Temperatur, nicht viel höher als die der Umgebung, her-
zukommen, auf diejenige Zeit zu schliefsen, während wel-
er die ungleich gröfsere Erde von ihrem ehemaligen Schmelz-
ncte zu ihrem jetzigen Zustande gelangt ist und in der Zu-
nft gänzlich erkalten würde. Aus den Versuchen folgte,
s die Erkaltungszeiten bei der Basaltkugel eine geometri-
ne Reihe bilden. BISCHOF argumentirt dann, dafs, wenn
ch LA PLACE die Rotation der Erde seit HIPPARCH, also
t 1977 Jahren, sich noch nicht um 0,01 Secunde geändert

1 Wärmelehre u. s. w. S. 443 ff.

habe, ihre mittlere Temperatur von ihrer damaligen jetzt u
nicht 0°,4 verschieden seyn könne. Wird dann mit Fourı
eine Temperatur-Verminderung von 0°,024 R. und die W
me des Himmelsraumes zu — 45°,6, die mittlere Tempera
unter dem Aequator aber = 22° R. angenommen, so ward
Temperatur-Ueberschuſs der Erde unter dem Aequator ü
den des Himmelsraumes zu Hipparch's Zeiten = 67°,624 u
ist jetzt noch = 67°,6 R., der Exponent des Verhältnisses
Erkaltung der Erde während 1977 Jahren ist also

$$= \frac{67,624}{67,6} = 1,000355.$$

Nehmen wir diesen Zeitraum als Einheit an und suchen d
aus, wie lange es dauern müsse, bis die Erde um 1° R
kalten könne, so ergiebt sich aus

$$\frac{67,624}{66,624} = 1,015 = 1,000355^{x}$$

x = 41,9, also 41,9 × 1977 = 82836 Jahre für eine Wä
Abnahme von 1° R. unter dem Aequator. Die Zeitdauer,
die Erde unter dem Aequator nur noch 0°,01 Ueberscl
über die Wärme des Himmelsraumes haben oder eigentli
gänzlich erkaltet seyn würde, betrüge auf gleiche Weise
rechnet

$$\frac{67,624}{0,01} = 6762,1 = 1,000355^{x},$$

also von Hipparch's Zeiten an 24838,5 × 1977 = 49105
Jahre. Interessanter als dieses Resultat ist es wohl, zu be
nen, wie lange Zeit verflossen seyn müsse, bis die Temp
tur unter mittleren Breiten von der ehemaligen äquatori
= 22° R. bis zur jetzigen = 8° R. angenommen herabsi
konnte, wenn man voraussetzen wollte, daſs zur Zeit
Entstehung der ältesten Steinkohlenlager in den gemäſsig
Zonen äquatorische Wärme geherrscht habe. Man erhält d
aus

$$\frac{67,6}{53,6} = 1,2611 = 1,000355^{x}$$

einen Zeitraum von 653,4 × 1977 = 1291772 Jahren[1].

---

1 Bischof findet vermittelst einer andern Art der Berech
deren Mittheilung hier zu viel Raum erfordern würde, die Zei

155) Bischof verkennt ebenso wenig, wie gewiſs jeder
lere, die Unsicherheit aller bei diesen Berechnungen zum
nde liegenden Gröſsenbestimmungen, und nennt in dieser
iehung namentlich die angenommene Temperatur des Welt-
nes, die nach neueren Messungen einer noch gröſseren
e im hohen Norden ohnehin sehr problematisch geworden
und die an sich ganz hypothetische Bestimmung der seit
parch's Zeiten bis jetzt wirklich statt gefundenen Abküh-
; unserer Erde. Es kommen jedoch noch sehr viele an-
reitige Bedingungen in Betrachtung, die es ganz unmög-
machen, solche Versuche anzustellen, deren Resultate
unmittelbar auf die Abkühlung unserer Erde anwenden
n. Die Basaltkugel lag zwar nur auf drei Stützpuncten,
diese waren mit der Erde in Verbindung, und auſser-
war sie von unablässig strömender Luft umgeben; aus
gefundenen Gesetzen ihrer Abkühlung läſst sich daher
t auf die Erkaltung groſser Basaltberge und Lagen von
eine Anwendung machen, wie durch Bischof geschehn
nicht aber auf die allmälige Erstarrung unserer Erde, die
anzen genommen im leeren Raume schwebt, wobei also
ch ist, ob das von Gay-Lüssac aufgefundene Gesetz,
in diesem sich überhaupt keine Wärme befindet, mithin
keine in denselben übergehn kann, auf diesen Fall An-
ung leidet. Die Bestimmung hierüber hat dann weiter
ſs auf die Zulässigkeit der sogenannten Strahlung, und es
sich ferner, ob die durch die Sonnenstrahlen erregte und
us dem Innern der Erde durch die angegebenen Mittel
Vorschein kommende Wärme als eine wirkliche Vermeh-
der vorhandenen Menge derselben oder als ein bloſser
sel zwischen Bindung und Freiwerdung von Wärme zu
hten sey. Im nächsten Zusammenhange hiermit ist dann
die Frage, ob die bei der Reduction und Abkühlung
uſseren Erdkruste entwichene Wärme wirklich verloren
ur in einen gebundenen Zustand versetzt worden sey, wie
andern in einem groſsen Maſsstabe der Fall seyn muſste,
die groſse Quantität des Wassers auf unserer Erde durch

---

ung unserer Erde von 230°,4 R. bis zu 0°,01 über die Tempe-
les Weltraumes = 353 Millionen Jahre. Die Abweichung bei-
sultate von einander ist eine Folge der unsichern Gröſsen, die
r Berechnung zum Grunde liegen.

Vereinigung seiner beiden Bestandtheile gebildet worden wi
da die spec. Wärmecapacität des Wassers so groſs ist, daſs bi
Bestandtheile, bei der Siedehitze zu Wasser vereinigt, ei
Wärmeverlust von ungefähr 40° C. erleiden. Wenn man ü
haupt den stationären Zustand der Wärme unserer Erde
der historischen Zeit streng ins Auge faſst und so manch
dere Erscheinungen damit verbindet, die allgemein bek
und zahllos oft beobachtet, aber ihrer scheinbaren Einfach
ungeachtet noch bei weitem nicht genügend erklärt worden
wohin ich vor allen andern diejenigen rechne, die man au
Wärmestrahlung gegen den leeren Himmelsraum zurüc
bringen pflegt, wonach bald die Erdoberfläche ein stärk
Strahlungsvermögen haben muſs, um die Thaubildung zu
klären, bald den höheren Schichten der Atmosphäre ein
ches zugeschrieben wird, denen alle Tage unausgesetzt
niederen Breiten und im Sommer unter mittleren und
eine unermeſsliche Quantität erhitzter Luft zuströmt, ohne
diese die grimmige Kälte daselbst aufzuheben vermag,
den gewöhnlichen Erfahrungen zuwider, wonach in e
schlossenen Räumen von willkürlicher Höhe die obersten Sc
ten gerade die wärmsten sind, wohin ferner gerechnet w
muſs, daſs unermeſsliche Meeresströme seit Jahrtausende
stark erwärmten äquatorischen Fluthen mit denen der Pol
nen mischen, ohne daſs es ihnen gelungen ist, das Ei
letzteren zu schmelzen, so wie Millionen Kubikmeil
aus niederen Breiten stets nach den Polen hinströmen und
noch tief erkaltete von dort den Ländern der gemäſsigten
erstarrende Kälte zuführen, ja daſs die Erdoberfläche
erkaltet, sobald nur eine Wolke oder irgend ein besch
der Gegenstand die unmittelbar auf sie fallenden Sonnen
len auffängt, wie denn auf gleiche Weise im Wint
erzeugte Wärme so bald entflieht, um erst im Sommer
derzukehren; wenn wir alle diese und damit verwandte
sel zu lösen versuchen, so bietet sich eine zwar kühne
nach gewissen Modificationen dennoch vielleicht nicht
verwerfliche Hypothese dar, deren Elemente sich kur
stellen lassen. Hiernach müſsten wir annehmen, da
Wärme der Erde an diese Kugel gebunden sey, wie
jeden sonstigen Körper gebunden zurückgehalten wird
Erde aber nicht verlassen könne, weil sie in den

um überzugehn überhaupt nicht vermag, in Folge dessen also
Grenze der Atmosphäre dahin fallen müſste, wo die
enze der Wärmesphäre ist, weil über diese hinaus keine
pansion mehr statt findet. Wir hätten demnach ein Sphä-
d des Wärmestoffes, wie der Luft und der Erde selbst, ein
äroid von gröſster Dichtigkeit in einer gewissen Tiefe un-
der Oberfläche der Erde [1] und von stark abnehmender, so-
d wir uns über die letztere erheben, wobei die Ungleich-
it der Temperaturen unter verschiedenen Polhöhen durch den
genden Einfluſs der Lichtstrahlen (neben andern unbedeuten-
Ursachen) bedingt würde und verschiedene Oscillationen
ch den Conflict der Wärme anziehenden Kraft der Erde
der ihr entgegenwirkenden Erregung durch die Sonnen-
hlen statt fänden, ohne jedoch das Gleichgewicht des Gan-
zu stören. Eigentlich sind dieses alles nur Thatsachen;
Schwierigkeit liegt aber darin, ihre Nothwendigkeit als
ge der Gesetze über das Verhalten des Wärmestoffes ge-
end nachzuweisen, was künftigen Zeiten vorbehalten bleibt.

M.

Temperatur der Erde.

Von der Temperatur der Oberfläche sowohl als auch des
rn der Erde ist zwar schon oben [2] das Vorzüglichste gesagt
den, doch wurde die umständliche Erörterung dieses wichti-
Gegenstandes dem Artikel *Temperatur* und *Klima* vor-
alten. Indem wir dieser Zusage hier nachzukommen su-
, wollen wir zuerst die Theorie des vorzüglichsten Schrift-
ers, der sich in den neueren Zeiten mit der Lösung die-
Problems beschäftigt hat, in einer gedrängten Uebersicht
tellen, so weit dieses ohne unmittelbare Anführung der
n analytischen Ausdrücke geschehen kann, welche er sei-
Untersuchungen zu Grunde gelegt hat. Ein Theil dieser
orie ist bereits erwähnt und selbst mit einer kritischen Be-

---

1 Nach dem specifischen Gewichte der Erde zu schlieſsen, kann
Wärme ihr Maximum nicht wohl im Mittelpuncte der Erde haben.
l. §. 3.

2 S. Art. *Erde*. Bd. III. S. 970.

leuchtung begleitet worden, die aber hier vorerst aufser
sern Gesichtskreis fällt, da es uns nur um eine gedrä
Darstellung der Ansichten dieses Schriftstellers zu thun ist
rein und klar zu kennen jedem Physiker und Geologen
Interesse seyn muſs.

A. Fourier's Theorie.

Die vorzüglichsten Resultate seiner mit seltener Gew
heit und groſsem Scharfsinn angestellten Untersuchungen
die Bewegung der Wärme in soliden Körpern hatte Fo
schon im J. 1811 dem Institut von Paris mitgetheilt.
dieser Zeit machte er beinahe in jedem Jahre die Erg
seiner weiteren Prüfung dieses Gegenstandes sowohl
Memoiren dieses Instituts, als auch in Zeitschriften[1]
Endlich sammelte er diese Untersuchungen zu einem G
in seinem berühmten Werke *Théorie analytique de la*
leur, das auch durch die vielen und wesentlichen Ber
rungen merkwürdig ist, die der Verfasser desselben im
der höheren mathematischen Analyse gemacht hat. Die
tigen Probleme der Physik sowohl als auch der Mathem
die hier aufgelöst erscheinen, haben Laplace, Cauchy, Po
son u. A. veranlaſst, sich mit demselben Gegenstande
schäftigen, und der Letzte besonders ist als eigentlicher G
der von Fourier aufgestellten Theorie aufgetreten. D
lehrten Discussionen Poisson's und Fourier's dauerten
rere Jahre und wurden zuweilen nicht wenig lebhaft.

Fourier kommt bei diesen seinen Untersuchungen
die Bewegung der Wärme in festen Körpern bekanntlich
zwei verschiedene Gattungen von Gleichungen. Die einen
sogenannte zweite Differentialgleichungen und beziehen
bloſs auf das Innere der Körper, während die anderen nur
ferentialien der ersten Ordnung enthalten und sich auf
Oberfläche dieser Körper beziehn. Die ihm eigene Meth
diese beiden Gattungen von Gleichungen zu integriren, be
in der Darstellung der Functionen durch unendliche Re
deren Glieder die Sinus und Cosinus der veränderlichen St

1 In den Annales de Phys. et de Chimie. T. XIII bis XXV

ßſse enthalten. Die Coefficienten dieser trigonometrischen
ieder sind gegebene Zahlen, wenn der Werth der erwähn-
Reihe für alle Fälle constant bleiben soll, und sie sind im
gentheil bestimmte Integrale, wenn diese Reihe, die schon
er Form wegen immer convergent ist, eine willkürliche
nction darstellen soll. Da aber ein solches bestimmtes In-
ral im Allgemeinen nicht voraussetzt, daſs die Function un-
dem Integrationszeichen continuirlich ist, so sieht man,
ſs durch solche Reihen von Sinus und Cosinus selbst ganz
scontinuirliche Functionen ausgedrückt werden können. Ue-
gens ist, sofern diese Gleichungen auf die Bewegung der
ärme angewendet werden, jedes Glied dieser Reihen mit
er Exponentialgröſse afficirt, die mit der Zeit sehr schnell
nimmt, so daſs man in der Anwendung immer schon mit
ersten Gliedern dieser Reihen ausreichen kann. Dieses
enso sinnreiche als fruchtbare Mittel wendet Fourier auf
Bewegung der Wärme in verschiedenen Körpern an, auf
Rechteck von dünnem Metall, auf eine prismatische Stange,
einen kreisförmigen Ring, auf eine solide Kugel, auf ei-
Cylinder, dessen eines Ende immer in derselben Tem-
ratur erhalten wird, und endlich auch auf solche Körper,
en eine Dimension unendlich groſs ist. Das letzte Bei-
el besonders giebt dem Verfasser Gelegenheit zu seiner
önen Entwickelung der Reihen in bestimmte Integrale und
se Entwickelung ist es, die ihn auf die merkwürdigen Re-
tate geführt hat, die er in dem genannten Werke über
Gang der Temperatur im Innern der Erde aufgestellt hat.

Nach seiner Theorie schickt ein erwärmter materieller
ct immerwährend und nach allen Richtungen seine Wärme
. Ist der Punct im leeren Raume, so sendet er diese
rme ganz frei und ungehindert aus und die Intensität die-
Wärme ist, in jedem Puncte ihres Weges, dem Quadrate
bereits zurückgelegten Wegs verkehrt proportionirt. Wenn
r dieser erwärmte Punct ein innerer Punct eines festen
pers ist, so schickt er zwar auch seine Wärme nach allen
htungen aus, aber seine Wärmestrahlen erlöschen bald und
r schon in sehr kleinen Distanzen von diesem Puncte.
se Distanzen hängen von der Natur der Materie ab, aus
cher der Körper besteht, von der Temperatur u. dgl.
nn endlich der erwärmte Punct auf der Oberfläche eines

festen Körpers ist, so verliert er diese Eigenschaft der Wär-
meausstrahlung entweder ganz oder doch zum Theil und nim
dafür eine andere an, nämlich die, jene Strahlen zu reflectire
die ihm von anderen, inneren oder äufseren Puncten, des Kö
pers zugeschickt werden. Dieses vorausgesetzt wird also e
auf einen gewissen Grad erwärmter Körper M, in der N
anderer ungleich erwärmter Körper, diesen anderen Wär
zusenden oder von ihnen Wärme erhalten. Allein die Wä
me, welche ein unendlich kleines Element w der Oberfläche d
Körpers M aussendet, besteht aus zwei Theilen, nämlich e
stens aus derjenigen Wärme, die aus dem Innern des Kö
pers M kommt und das Element w in allen Richtungen durch
kreuzt, und zweitens aus der, welche die umgebenden äufs
Körper auf das Element w senden und welche dann von d
sem Elemente nach dem bekannten Gesetze reflectirt w
dafs der Einfallswinkel dem Reflexionswinkel gleich ist. B
Theile zusammengenommen nennt Fourier die *ganze*
geschickte Wärme (*la chaleur totale émise*), die auch aus
vollständigen Wärmestrahlung des Körpers kommt, während
diejenige Ausstrahlung, die blofs von der dem Körper e
inwohnenden Wärme kommt, schlechthin *Ausstrahlung* (*ray*
nement) oder auch *eigenthümliche Ausstrahlung* (*émissio*
tale) heifst. Ueberdiefs läfst aber auch noch das Elem
alle diejenige Wärme in den Körper M übergehn, die
aufsen auf das Element kommt und von dem Elemen
reflectirt wird, und dieses wird die *absorbirte Wär*
nannt, wobei vorausgesetzt wird, dafs dabei keine Wärm
gentlich verloren geht, sondern dafs die reflectirte und di
sorbirte Wärme des Elements w eine Summe bildet, die i
mer gleich ist der ganzen auf dieses Element von aufsen
kommenen Wärme. Die erste, die reflectirte Wärme, wir
einer bestimmten Richtung von dem Elemente wieder au
sendet, die zweite aber, die absorbirte Wärme, wird ein
tegrirender Theil der ganzen Wärme des Körpers M, und
kann von diesem Körper wieder nach allen Richtungen au
sendet und auch durch ganz andere Elemente des Kör
ausgesendet werden, als die sind, durch welche sie in
Körper gedrungen ist. Alle diese Grundlagen werden
Fourier als ebenso viele Axiome betrachtet, auf die er s
Theorie von der Wärme erbaut.

Theori

In seiner Anwendung dieser Theorie auf die Wärme des
lkörpers, die hier der Gegenstand unserer Untersuchungen
leitet er diese Wärme zuerst aus drei Quellen ab: I) die
värmung der Erde durch die Sonnenstrahlen, II) die Theil-
me der Erde an der Temperatur des Weltraums und III) die
prüngliche Hitze ihres Inneren. Die erste unterliegt keinem
eifel, die zweite ist von Fourier, unseres Wissens, zu-
aufgestellt werden, und die dritte endlich wurde früher
Büffon vertheidigt und ist jetzt, aller bisherigen Gegen-
en ungeachtet, als unabweisbar beinahe allgemein angenom-
n. Wir wollen sie nach der Reihe näher betrachten.

) Erwärmung der Erde durch die Sonne.

Die Sonnenstrahlen bringen auf die Erde eine zweifache
rkung hervor. Die eine derselben ist periodisch und be-
ft nur die äufsere Einhüllung der Erde; die zweite aber ist
nstant und zeigt sich erst in einer Tiefe von nahe 30 Me-
unter der Oberfläche der Erde. Die Temperatur jener
seren Einhüllung, jener obersten Rinde der Erde, befolgt
liche sowohl, als auch jährliche Variationen, und diese Va-
ionen sind desto beträchtlicher, je mehr man sich in dieser
de der Oberfläche der Erde nähert. Die Temperatur sehr
er Orte im Innern der Erde ist für denselben Ort constant,
r sie wird für dieselbe Tiefe immer kleiner, je mehr man
h den Polen nähert. Die Anwesenheit der Luft über und
s Wassers auf der Oberfläche der Erde macht die Verthei-
g der Sonnenwärme gleichförmiger, als sie ohne diese bei-
Ursachen seyn würde. Die Luft wird von immerwähren-
Winden und der Ocean von regelmäfsigen und weit ver-
iteten Strömungen, so wie von der täglich wiederkommen-
Ebbe und Fluth bewegt. Von denjenigen Sonnenstrah-
, die auf der Erde ankommen, durchziehen die einen die
nosphäre und die Gewässer der Erde, die andern werden
diesen beiden Flüssigkeiten aufgefangen und einige end-
werden wieder in den Weltraum zurückgeworfen. Die-
unendliche Raum ist der Sammelplatz aller der Wärme,
seit dem Anfange aller Dinge von allen himmlischen Kör-
n ausgeströmt ist, von den dunkeln Planeten sowohl, als
ch von den leuchtenden Sonnen, da beide Arten von Him-

melskörpern ohne Zweifel eine primitive Wärme beses
haben, die sich mehr oder weniger in ihrem Innern erhal
hat, je nach der Ausdehnung (dem Volumen) dieser Kö
nach der Leitungsfähigkeit ihrer Massen und nach der Be
fenheit ihrer Oberfläche. Die Erde z. B. hat gewifs in
Nähe ihres Mittelpuncts eine Temperatur, welche die i
Oberfläche weit übertrifft, weil man, je näher man zu d
Mittelpuncte herabsteigt, immer auch eine gröfsere Hi
Innern der Erde findet. Nach den bisherigen, noch etwa
vollkommenen und allerdings noch nicht in solchen T
die gegen den Halbmesser der Erde beträchtlich genann
den können, angestellten Beobachtungen kann man die Z
me der Temperatur für eine Vertiefung von 32 Meter
einem Grad des hunderttheiligen Thermometers schätzen.

Wenn man die Wirkungen dieser dreifachen Wärm
für die Erde genauer untersucht, so findet man, dafs
Wirkungen sich so verhalten, als ob jede einzeln fü
ohne die beiden anderen existirte, so dafs man also n
Summe dieser einzelnen Wirkungen zu nehmen braucht,
die Totalwirkung aller zu erhalten. Dieses geht aus den
thematischen Gesetzen der Bewegung der Wärme, so wie
aus dem bekannten allgemeinen Princip der Differenti
nung unmittelbar hervor. Wenn man in eine Tiefe vo
40 Meter unter die Oberfläche der Erde herabsteigt,
die Temperatur anfängt constant zu werden, so sie
dafs in diese tiefen Orte die Wärme von zwei einand
gegengesetzten Seiten zusammenfliefst. Die Sonne giefst n
zuerst ein gewisses Mafs von Wärme in diese Orte aus, d
Gröfse vorzüglich von der Breite des Ortes abhängt.
auch vom Mittelpuncte der Erde wird eine bestimmte Q
tität Wärme dahin geschickt, nur eine sehr geringe und
noch kaum bemerkbare, daher man sie auch in diesen T
fen noch ganz übersehn oder weglassen kann. Die e
oder die Sonnenwärme ist es also beinahe ganz allein,
sich in diesen Tiefen unter der Erde anhäuft und sich
merwährend erneuert. In der Nähe des Aequators dringt d
Wärme am tiefsten in die Erde ein und fliefst von da
mälig gegen die beiden Pole ab. Steigt man aus diesen T
fen von 40 Metern näher gegen die Oberfläche der Erde,
werden allmälig jene *Variationen* der Temperatur bemer

e dem Laufe der Sonne folgen und daher eine *jährliche*, mit
n vier Jahreszeiten regelmäfsig wiederkommende Periode
iben. Noch höher hinauf, zwei oder drei Meter unter der
rdoberfläche, bemerkt man endlich, nebst jenen jährlichen,
ich *tägliche* Variationen der Erdwärme, und diese letzten
nd um so gröfser, je näher man der Oberfläche der Erde
ommt. Die Amplitüde oder die Ausdehnung jener jährlichen
ariationen, d. h., die Differenzen zwischen der gröfsten und
leinsten jährlichen Temperatur sind desto geringer, je tiefer
an unter die Oberfläche herabsteigt. Die verschiedenen
uncte derselben Verticale, die man von der Oberfläche ge-
n den Mittelpunct der Erde herabläfst, kommen nicht alle
derselben Zeit zu diesen beiden Extremen ihrer Tempera-
r, aber dessenungeachtet ist, für einen und denselben Punct
eser Verticale, die mittlere jährliche Temperatur dieses
unctes eine *constante* Gröfse. Diese constante Gröfse ist
imlich die oben erwähnte *beständige* Temperatur der tieflie-
enden Orte. Dieses Resultat der Analyse, was von den Be-
achtungen bestätigt wird, ist sehr merkwürdig, da man,
n es zu erhalten, von der innern Wärme des Erdkerns und
n allen den andern Einflüssen abstrahirt hat, die es vielleicht
annigfaltig modificiren könnten, von denen aber unsere Kennt-
sse bisher nur noch sehr unvollkommen sind.

Wenn die Rotationsgeschwindigkeit der Erde um ihre
xe gröfser oder wenn unser Tag kürzer wäre, als er gegen-
ärtig ist, so würden die beobachteten täglichen Variationen
er Wärme nicht in so grofse Tiefen dringen, wie jetzt, son-
ern näher an der Oberfläche liegen. Ebenso würde es sich
it den jährlichen Variationen verhalten, wenn der Umlauf
r Erde um die Sonne geschwinder, d. h., wenn die Länge
nseres Jahres kürzer werden sollte. Und ganz zu denselben
esultaten würde man auch gelangen, wenn zwar die Länge
s Tages und die des Jahres dieselben blieben, wis sie jetzt
nd, wenn aber dafür die Leitungsfähigkeit der Massen, die
zt die Erdoberfläche bilden, geringer wäre. Bei gleicher
eitungsfähigkeit aber müssen, wie es schon für sich klar ist,
e Tiefen, in welchen jene jährlichen und täglichen Varia-
onen aufhören bemerkbar zu seyn, mit ihrer Periode wach-
n und mit ihr abnehmen, wie denn auch die Rechnung
igt, dafs jene Tiefe unter der Erdoberfläche der Quadrat-

wurzel aus dieser Periode (des Tags oder des Jahrs) propor-tional ist. Daraus wird zugleich erklärt, warum die täglichen Variationen der Wärme nur etwa auf den 19ten Theil [illegible] Tiefe eindringen, welche die jährlichen einnehmen. In [illegible] That ist die Länge des siderischen Jahres gleich 365,2[illegible] mittleren, das heifst, gleich 366,2564 Sterntagen und von [illegible] letztern Zahl ist die Quadratwurzel gleich 19,1378.

Dieselbe Analyse lehrt uns auch das Verhältnifs kennen, welches zwischen dem Gesetze jener periodischen Variation und zwischen der Gesammtmenge der Wärme besteht, welche diese Oscillationen erzeugt. Wenn z. B. die äufserste Erd-rinde von Schmiedeeisen wäre, so würde die Wärme, welche die Abwechselung der Jahreszeiten hervorbringt, für das Klima von Paris und für ein Quadratmeter der Oberfläche der Erde gleich seyn derjenigen Wärme, welche einen Eiscylinder schmelzen kann, dessen Basis dieser Quadratmeter und dessen Höhe nahe 3,1 Meter ist. Da aber die Leitungsfähigkeit der irdi-schen Substanzen viel kleiner ist als die des Eisens, so [illegible] man, dafs die in der Natur wirklich statt habende Wärme dieses Ursprungs auch viel kleiner seyn mufs, denn sie ist [illegible] der That proportional der Quadratwurzel aus dem Producte [illegible] Capacität der Materie für die Wärme und der Permeabilität derselben.

II) Erwärmung der Erde durch den Welt-raum.

Wenn die Sonne und alle sie umgebenden Planeten [illegible] Kometen nicht existirten, so würde die Temperatur desjenigen Raumes, welchen diese Himmelskörper einnehmen, ohne Zwei-fel eine ganz andere seyn, als die, welche jetzt in der That statt hat. Um einigermafsen zur näheren Kenntnifs derjenigen Temperatur zu gelangen, die jetzt in demjenigen Theile [illegible] Weltraumes, den unser Sonnensystem einnimmt, herrschen mag, mufs man, nach Fourier, zuerst denjenigen thermome-trischen Zustand der Erdmasse untersuchen, der blofs von [illegible] Einwirkung der Sonne kommt. Diese Untersuchung zu ver-einfachen kann man die Einwirkung der Atmosphäre vorerst gänzlich weglassen. Wenn nun nichts da wäre, was diesem Weltraume eine gewisse constante Temperatur geben könnte

ı. also, wenn unser ganzes Sonnensystem in einem rings-abgeschlossenen Raume, ohne allen Wärmestoff, enthalten r eingeschlossen wäre, so würden sich uns gewiſs ganz ere Erscheinungen zeigen, als diejenigen sind, die wir jetzt bachten. Die Polargegenden unserer Erde z. B. würden er einer unermeſslichen Kälte erstarren, und die Zunahme Kälte vom Aequator nach beiden Polen würde unver-chbar schneller vor sich gehn, als jetzt. Die geringste änderung in der Entfernung der Sonne von der Erde, wie wegen der Excentricität der Erdbahn, würde sehr schnelle l sehr bedeutende Aenderungen der Temperatur auf dieser e erzeugen und der Wechsel des Tags und der Nacht rde plötzlich und ohne alle Abstufungen von Licht zu Schat-, von Wärme zu Kälte vor sich gehn. Alle Pflanzen und iere würden beim Einbruche der Nacht schnell eine durch-ngende Kälte empfinden und die Körper derselben würden Wirkung eines so schnellen und kräftigen Eindrucks nicht tagen, so wenig als den entgegengesetzten Wechsel bei dem der ebenso schnell anbrechenden Tage. Die Wärme des ern der Erde würde, wie wir bald sehn werden, diesen ızlichen Mangel aller Wärme in dem die Erde umgeben-ı Raume keineswegs ersetzen. Dieser Theil des Welten-mes, den unser Sonnensystem einnimmt, muſs daher eine ı eigenthümliche und constante Wärme haben, die viel-cht nur wenig von jener der irdischen Pole verschieden ist. ese Wärme aber hat ihren Ursprung in der Wärmestrahlung er der Himmelskörper, deren Licht und Wärme bis zu uns langen kann. Die unzählbare Menge dieser Körper wird mälig die Ungleichheiten wieder ersetzen, die in der ei-ıtlichen ursprünglichen Temperatur eines jeden Planeten und meten sich vorfinden mögen, und sie wird die Wärmestrah-g über den ganzen Raum, in welchem sich diese Planeten wegen, allmälig gleichförmig vertheilen. In anderen Him-lsräumen wird vielleicht die Temperatur eine ganz andere n, aber der Theil, welcher unserem Sonnensysteme ange-esen ist, wird in allen seinen Puncten nahe dieselbe Tem-ratur haben, weil dieses System gleichsam eine eigene Fa-lie von Himmelskörpern bildet, welche in Beziehung auf n übrigen Himmelsraum auf einen sehr kleinen Platz zu-nmengedrängt und zugleich von allen übrigen Sonnensyste-

men durch Distanzen getrennt ist, gegen welche die Dim sionen unseres eigenen Systemes nur als unendlich klein e scheinen. Einen ähnlichen Fall würde man in dem inn Raume eines grofsen Saales haben, wenn die ihn umgeb den Mauern mit der äufseren Luft in keinem Wechselverh nifs ihrer Wärme ständen. In einiger Zeit würde dieser rin um verschlossene Saal, wenn er auch nur von wenigen M schen bewohnt würde, in seinem Inneren eine constante Te peratur annehmen, die ihre Ursachen blofs in der Wär ausstrahlung der Bewohner desselben und in der Erzeugu derjenigen Wärme haben würde, die durch das Athmen d ser Bewohner entsteht. Auf gleiche Weise nehmen auch Körper unseres Sonnensystems Theil an der diesem gan Weltraume gemeinschaftlichen Temperatur, nur wird die für jeden einzelnen Planeten durch die Einwirkung der S desto mehr vergröfsert, je näher der Planet selbst an der S steht. Um aber auf diese Weise diejenige Temperatur, jeder Planet dadurch erhalten hat, und um die Vertheil der Wärme auf seiner Oberfläche zu bestimmen, müfste aufser diesem seinem Abstande von der Sonne, auch noch Neigung seiner Rotationsaxe gegen die Ebene seiner Bahn ke nen, so wie die nähere Beschaffenheit dieser Oberfläche u die der ihn umgebenden Atmosphäre. Unter der Vor setzung, dafs die ursprüngliche Wärme der Planeten, so w die der Erde, keinen Einflufs mehr auf seine äufserste Ob fläche äufsert, wie dieses bei unserer Erde nach den Be achtungen der Fall ist, würde die Polartemperatur für Planeten nahe dieselbe, nämlich gleich der Temperatur d Weltraumes seyn, in welcher sich alle diese Planeten bew gen. Allein die Temperatur der anderen Theile der Ob fläche dieser Planeten kann, aus den so eben angezeig Gründen, nicht mit Genauigkeit bestimmt werden, diejenig Planeten vielleicht ausgenommen, die sich, wie Uranus, einer so grofsen Entfernung von der Sonne bewegen, dafs d Einflufs dieses Gestirns auf alle Theile seiner Oberfläche n sehr unbeträchtlich seyn kann, so dafs wahrscheinlich d ganze Oberfläche dieser entfernten Planeten nur die Tem ratur des Weltraumes, d. h. die der beiden Erdpole, hab mag.

Nehmen wir aber auch die Einwirkung der Atmosph

ie wir bisher weggelassen haben, in unsere Betrachtungen
if, so sieht man zuerst, dafs sie wegen der grofsen Beweg-
chkeit der sie constituirenden Elemente die Vertheilung der
Värme über alle Partieen der Erdoberfläche gleichförmiger
achen wird, als dieses ohne diese Atmosphäre der Fall seyn
önnte. Allein diese Atmosphäre besitzt noch eine andere
hr merkwürdige Eigenschaft, die wir durch einen interessan-
n Versuch Saussure's kennen gelernt haben. Die von der
onne im leuchtenden Zustande ausfliefsende Wärme durch-
ringt nämlich die Luft und alle durchsichtige Körper mit
rofser Leichtigkeit, aber wie sie, auf diesem ihrem Wege, mit
sten oder tropfbaren Körpern in Contact kommt, so verwan-
elt sie sich in eine *dunkle Wärme* und die Strahlen dieser
tzten Wärme verlieren beinahe ganz ihre frühere Eigen-
haft der leichten Durchdringlichkeit. Die aus der Sonne
ommende leuchtende Wärme verwandelt sich demnach, wenn
e durch die Atmosphäre gegangen und mit den Körpern auf
er Oberfläche der Erde in Berührung gekommen ist, in eine
lofs dunkle Wärme, und diese dunkle Wärme häuft sich
if der Oberfläche der Erde und in den daselbst befindlichen
örpern desto mehr an, als die auf denselben zunächst auf-
egenden Luftschichten dichter und weniger beweglich sind.
iese zwei Eigenschaften der gröfseren Dichte und der ge-
ngeren Beweglichkeit der untersten Luftschichten sind näm-
ch, wie die bekannte schöne Theorie des Thaues so tref-
nd bestätigt hat, die eigentlichen Hindernisse, dafs die
unkle Wärme nicht wieder aus diesen Körpern ausströmen
ann, d. h. dafs diese Körper nicht wieder so schnell erkal-
n können. Und hierin ist auch die vorzüglichste Ursache
r gröfsern Kälte zu suchen, die man auf hohen Bergen an-
fft, so wie der bedeutenden Wärmeanhäufungen, die in
n Ebenen und Thälern der Erde gefunden werden, Anhäu-
ngen, die weder von dem Aufsteigen der erwärmten leich-
en Luft, noch selbst von der Einwirkung der Winde gänz-
h vernichtet werden können.

III) Erwärmung der Erde durch das Centralfeuer.

Hier geht Fourier von der Voraussetzung aus, dafs den Beobachtungen zufolge die Wärme des Innern der Erde für je 30 oder 40 Meter Tiefe um einen Grad des hunderttheiligen Thermometers zunehmen soll. Dieses angenommen glaubt er daraus sowohl den Ort der inneren Wärmequelle der Erde, als auch die jetzt bestehende Wirkung derselben auf die Oberfläche der Erde bestimmen zu können. Was diesen Ort betrifft, so ist aus der Natur der Sache klar und auch durch die Analyse bestätigt, dafs diese Wärmezunahme der Erde mit der Tiefe nicht von der fortgesetzten Einwirkung der Sonne auf die Erde kommen kann. Wenn dieses der Fall wäre, so würden wir gerade umgekehrt eine Abnahme der Wärme in gröfseren Tiefen bemerken müssen. Die Ursache, die den tiefer liegenden Erdschichten eine höhere Temperatur giebt, mufs also eine innere Wärmequelle seyn, deren Aufenthalt tief unter den Puncten ist, bis wohin wir in das Innere der Erde herabsteigen konnten. Zweitens mufs aber auch der Zuwachs der Wärme, der aus einer solchen Quelle auf die Oberfläche der Erde gelangt, nur äufserst gering, ja ganz unmerklich seyn, wie dieses aus dem Gesetze der Wärmezunahme beim tieferen Eindringen in das Innere der Erde folgt. Eine grofse Kugel von Eisen z. B., in welcher, wie bei der Erde, das Herabsteigen um einen Meter unter die Oberfläche nur den dreifsigsten Theil eines Grades in der Wärmezunahme giebt, würde, wie die Rechnung zeigt, nur den vierten Theil eines Grades für die Wärmezunahme auf der Oberfläche einer solchen Kugel geben. Da aber die Erde die Wärme noch viel weniger leitet, als das Eisen, so würde auch das Resultat für die Erde noch geringer seyn und, was besonders bemerkt zu werden verdient, dieses Resultat würde ganz unabhängig von dem Zustande jener Wärmequelle selbst seyn. Fourier kam durch Hülfe seiner Analyse zu dem wichtigen Schlusse, dafs dieser Zuwachs des dreifsigsten Theils eines Grades am Thermometer für jedes Meter Vertiefung unter der Oberfläche der Erde, sofern dieselbe blofs als eine Wirkung des Centralfeuers angesehn wird, ehedem sehr viel gröfser gewesen seyn mufs und dafs überdiefs dieses Verhältnifs der Wärmezunahme mit

er Zeit sich nur sehr langsam ändert, so daſs mehr als drei-
igtausend Jahre erfordert werden, dieses Verhältniſs auf ihre
älfte herabzubringen, oder daſs erst nach dieser langen Pe-
ode von 300 Jahrhunderten die Wärmezunahme erst für 60
eter Vertiefung einen Grad C. betragen werde. Ebenso lang-
m wird also auch die Abnahme der Temperatur auf der
berfläche der Erde selbst seyn. Die sogenannte seculäre Ab-
ahme wird nach der bekannten Regel gleich seyn dem ge-
enwärtigen Werthe derselben dividirt durch die doppelte An-
ahl der Jahrhunderte, die seit dem Anfange der Abkühlung
er Erde verflossen ist. Da uns durch die historischen Denk-
äler, die uns aus der Vorzeit noch übrig geblieben sind,
enigstens eine Grenze dieser Anzahl gegeben ist, so mögen
ir daraus den Schluſs ziehn, daſs seit der alexandrinischen
chule bis auf unsere Zeit die Temperatur der Erdoberfläche,
e aus jener Wärmequelle kommt, noch nicht um den drei-
undertsten Theil eines Grades C. abgenommen habe[1].

Ganz anders aber mag es sich mit denjenigen Schichten
er Erde verhalten, die tief unter ihrer Oberfläche liegen.
iese Schichten können sich noch jetzt in einem Zustande des
lühens befinden und denselben vielleicht auch noch weit
ersteigen, und diese werden auch in der Folge der Jahrhun-
erte noch groſse Veränderungen in ihrer Temperatur erleiden.
llein die Oberfläche der Erde wird von dieser innern Wärme
viel als gar nicht mehr afficirt, und ihre Wärme kann nur
urch die Einwirkung äuſserer Ursachen, z. B. durch die
onne, verändert werden. Dessenungeachtet ist jener Theil
er Wärme, welchen die Oberfläche der Erde dem Himmels-
ume durch Ausstrahlung und durch Reflexion zusendet, al-
erdings noch meſsbar. Nach den darüber angestellten Berech-
ungen ist diejenige Wärmemenge, die während des Laufes
nes Jahrhunderts aus einem Quadratmeter der Oberfläche der
de ausströmt, im Stande, eine Eissäule zu schmelzen, de-
n Basis jenes Quadratmeter und deren Höhe nahe drei Me-
r ist.

1 Vergl. Art. *Tag.* Abth. F.

B. Poisson's Theorie.

Auf eine andere Art hat diesen Gegenstand Poisson au gefafst[1]. Er stellt einen analytischen Ausdruck für die Tem peratur u im Innern der Erde, in einer Tiefe x unter d Oberfläche derselben, auf. Dieser Ausdruck besteht aus meh rern Gliedern, deren Werthe periodisch wiederkehren und d er durch eigene Formeln berechnen lehrt, die er schon fr her[2] gegeben hatte. Die Vergleichung dieser Formeln m thermometrischen, in gröfseren Tiefen angestellten Beobach tungen hält er für die vortheilhafteste Art, die leitende u strahlende Kraft der Erde zu bestimmen. Für die gewöhnli chen Tiefen, in welchen man bisher beobachtet hat, geht in die *mittlere Temperatur der Erdoberfläche* über, die m durch m bezeichnet und die man als eine Function der geo graphischen Breite betrachten mufs, den besondern Fall au genommen, wenn die Oberfläche der Erde durch locale Zu fälle bedeutenden Veränderungen ihrer Wärme ausgesetzt wir wo dann dieser mittlere Werth von u durch ein bestimmt Integral (*intégrale définie*) ausgedrückt werden kann. Dies besonderen Fall also hier unberücksichtigt gelassen gelan Poisson zu folgendem Ausdrucke für die oben durch m be zeichnete Gröfse. Ist t die mittlere Temperatur der Atmosph in ihren untersten, die Erdoberfläche berührenden Schich α die Wärmestrahlung der Atmosphäre und β die der So und ist k ein Coefficient, der von der elastischen Kraf d Luft und, wenn sie in Bewegung ist, von ihrer Geschwin digkeit abhängt, so hat man

$$m = \frac{kt + \alpha + \beta - c}{k + h},$$

wo h und c constante Gröfsen bezeichnen. Die einfach Voraussetzung, die man für die Constitution der Atmosph machen kann, ist die, die Gröfse m gleich t zu setzen, w dann die vorhergehende Gleichung in folgende übergeht:

$$m = \frac{\alpha + \beta - c}{h}.$$

Aus dieser Gleichung folgt, dafs, wenn man die Temperat

1 S. Connaisance des Temps. 1827. p. 303.

2 Journal de l'École polytechnique Cah. XIX. p. 74. 323.

2 Jour...

Erdoberfläche auf irgend eine Weise ändert, die letzte
ichheit nicht gestört wird, da die wärmestrahlenden und
orbirenden Kräfte in demselben Verhältnisse wachsen.

Alles Vorhergehende setzt übrigens voraus, dafs der Wär-
ustand der Erde durch irgend eine constante Ursache per-
ient erhalten werde, und jene Resultate würden nicht mehr
en, wenn die Erde in der Vorzeit eine viel höhere Tem-
atur gehabt hätte oder, was dasselbe ist, wenn der Wär-
zustand der Erde noch nicht ihre endliche Grenze erreicht
en, sondern wenn sie einer noch weitern Abkühlung an
r Oberfläche ausgesetzt seyn sollte. Aber vor diesem letz-
Zustande giebt es einen andern, der überhaupt in jeder
orie der Wärme vorzugsweise zu beachten ist und den
sson, der Kürze des Ausdrucks wegen, den vorletzten Zu-
d nennt. Damit ist aber derjenige gemeint, für welchen
Glieder der Reihe von Exponentialgröfsen, in welche sich
Ausdruck für die Temperatur entwickeln läfst, bis auf
verschwunden sind, so dafs daher nur der Werth dieses
n Gliedes jener Reihe noch merklich ist. Dann zeigt sich
lem Ausdrucke von u ein neues Glied, das aber für die
er beobachteten Tiefen nur dann noch bedeutend ist, wenn
annimmt, dafs die Erde ursprünglich eine sehr hohe
peratur gehabt hat. Allein eben für diesen Fall haben,
man weifs, die bekannten Gleichungen der Wärme keine
ere Anwendung mehr, so wenig als sie unter der Vor-
setzung angewendet werden können, dafs die Erde aus
chiedenen heterogenen Massen besteht. Endlich mufsten
i jene hohen Temperaturen, wenn sie in der That zur
der Entstehung der Erde statt hatten, den Zustand der
osphäre bedeutend verändern und in derselben viele Was-
ünste erzeugen, wodurch denn auch das Gesetz der Wär-
rahlung der Erde in den Weltraum eine Aenderung er-
n mufste, so wie das der Wärmeleitung im Innern der
, wenn mehrere Schichten derselben, in Folge jener ho-
inneren Temperatur, in einem flüssigen Zustande sich be-
en.

C. Arago's Theorie.

Arago geht in seinen Untersuchungen dieses Gegenst des von den Fragen aus, ob der Wärmezustand unserer E mit der Zeit bestimmten, durch Beobachtungen gegeb Veränderungen unterworfen sey, ob diese Veränderung wenn sie bemerkt würden, die ganze Erde oder nur Oberfläche betreffen, und endlich, wie groſs diese Wärme derung der Erde in einer bestimmten Zeit sey. Daſs d Fragen von der gröſsten Wichtigkeit für Physik und Geol ja selbst für den Zustand des ganzen Menschengeschlecht der Folge der Zeiten sind, bedarf keiner Erläuterung. W ches würde das Schicksal dieses Geschlechtes seyn, wenn mal die Erde so sehr erkalten sollte, daſs dadurch alles getabilische und animalische Leben gefährdet wäre?

Allein diesen Fragen geht eine andere voraus, die beantwortet werden muſs, die Frage nämlich, ob die Erde Zeit ihrer Entstehung eine feste oder aber ein flüssiger per gewesen ist. Wenn sie ein fester Körper war, so sie, ihrer Rotation ungeachtet, diejenige Gestalt, welche anfangs hatte, auch ferner beibehalten haben. Diese Ge kann, da sie in diesem Falle gleichsam zufällig war, den verschiedenen Planeten sehr verschieden gewesen Wir bemerken aber, daſs alle Planeten, so wie unsere nur eine Gestalt haben, daſs sie nämlich alle von einer gel nur sehr wenig verschieden sind. Schon daraus daſs es nicht sehr wahrscheinlich ist, daſs die Erde, jene anderen Himmelskörper anfänglich feste Körper ge sind.

Ganz anders verhält sich die Sache, wenn die Erde Zeit ihres Ursprungs ein durchaus flüssiger Körper ge ist. Ein solcher Körper, der zugleich mit einer Rotation eine seiner Hauptaxen begabt ist, muſs mit der Zeit dur diejenige Gestalt annehmen, in welcher alle auf ihn wi den Kräfte unter sich im Gleichgewichte sind. Nach Theorie muſs aber diese Gestalt die eines *Sphäroids*, die eines solchen Körpers seyn, der durch die Umdrehung ner Ellipse um ihre kleine Axe entstanden ist. Nun sti aber alle unsere Meridianmessungen, unsere Pendelbeob

gen, selbst mehrere astronomische Beobachtungen, wie z. B. Störungen des Mondes, die Lehre von der Präcession der :htgleichen u. s. w., damit vollkommen überein, daſs die e diese sphäroidische Gestalt hat, ja jene Beobachtungen en sogar unter sich alle sehr nahe dieselben numerischen rthe für den Unterschied der beiden Halbaxen jener Ellipse, wie wir auch durch mikrometrische Messungen bei allen näheren Planeten dieselbe elliptische Gestalt gefunden ha-. Aus diesem allen folgt daher unzweifelhaft, *daſs die le zur Zeit ihrer Entstehung ein flüssiger Körper gewe-ist.*

Was kann aber die Ursache dieses ursprünglichen Zustan- unserer Erde gewesen seyn? Wir kennen nur zwei: ent-ler das *Wasser* oder das *Feuer.* Die verschiedenen Mas-, aus denen, wie wir sehen, die Erde besteht, können an-gs alle im Wasser aufgelöst gewesen seyn und die harte ide, welche wir jetzt auf ihrer Oberfläche bemerken, kann h durch Ablagerung und Niederschlag in jenem Wasser ge-let haben. Es könnte aber auch jener erste Zustand der le durch eine sehr groſse Hitze in ihrem Innern entstanden n, durch welche alle jene verschiedenen Massen geschmol- und in jenen flüssigen Zustand versetzt wurden. Das Erste aupteten die *Neptunisten*, das Letzte die *Plutonisten*, und diese zwei Schulen theilten sich alle unsere Geologen. Die inde, mit welchen sie sich gegenseitig oft heftig genug be-npften, waren meistens nicht von Thatsachen, nicht von obachtungen entlehnt, sondern mehr von jener sogenannten ilosophischen oder metaphysischen Art, die wohl zu Dispu-onen, aber nicht zu Entscheidungen führt. Es kam aber r darauf an, an und in der Erde, so wie wir sie noch jetzt uns sehn, deutliche und unzweifelhafte Spuren von dem en oder von dem anderen jener beiden Zustände aufzu-len.

Wenn die gegenwärtige Wärme der Erde bloſs von der ıwirkung der Sonnenstrahlen käme, so müſste diese Wärme der Oberfläche der Erde am gröſsten seyn und immer ab-ımen, je tiefer man unter diese Oberfläche herabgeht. Al-n die Beobachtungen zeigen das Gegentheil. Nach diesen obachtungen wächst nämlich die Wärme, je tiefer man un- die Oberfläche der Erde hinabkommt. Zwar hat man über

die Gröfse und über das Gesetz dieser Wärmezunahme im I-
nern der Erde noch nichts Sicheres ausmitteln können, a-
die Thatsache selbst, die Zunahme der Wärme mit der Ti-
kann nicht weiter bezweifelt werden. Man kann anneh-
dafs diese Zunahme der Wärme für je 20 oder 30 Meter
nen Grad C. betrage. Daraus folgt, dafs die Wärme, die
allerdings im Innern der Erde bemerken, der Einwirkung
Sonne nicht beigemessen werden kann, sondern dafs sie vi-
mehr einer andern Wärmequelle zugeschrieben werden m-
die sich nicht aufser der Erde und, wie die Sonne, in
grofser Entfernung von ihr, sondern die sich vielmehr im
nern, in der Nähe des Mittelpuncts der Erde befindet,
jenen Beobachtungen zufolge die innere Wärme desto
wächst, je mehr man sich diesem Mittelpuncte nähert.
durch wären wir also, mit den oben erwähnten Pluto-
auf eine der Erde eigenthümliche Wärme, auf ein sogen-
Centralfeuer der Erde gekommen. Wenn aber dieses Cen-
feuer zur Zeit der Entstehung der Erde die sphäroidische
stalt ihrer Oberfläche bestimmt haben soll, so mufs sich
ses Feuer zu jener Zeit nicht blofs im Centrum der E-
befunden, sondern es mufs sich über die ganze Masse
Erde bis an ihre Oberfläche verbreitet haben. Mit an-
Worten: durch das Vorhergehende werden wir unmi-
auf eine anfängliche, die ganze Masse der Erde dur-
gende, sehr hohe Temperatur geführt, eine Temperatur,
sich in der Folge der Zeiten allmälig durch Abkühlung
Ausstrahlung an ihrer Oberfläche gegen den Mittelpunct
Erde zurückgezogen hat, wo sie jetzt eben jenes Centralf-
oder besser jene Centralhitze bildet, aus der sich die ob-
erwähnte sphäroidische Gestalt der Erde als eine unmittel-
Folge ergiebt.

Diese Voraussetzung eines ursprünglich feuerflüssigen
standes der Erde haben auch schon ältere Naturforscher,
Büffon, Newton, Leibnitz u. A., annehmen zu müssen
glaubt, um dadurch die Erscheinungen auf der Oberfl-
der Erde zu erklären. Aber ihre Hypothese war nicht
hinlängliche Thatsachen gegründet, um sich zu erhalten
als die einzig wahre allgemein anerkannt zu werden.
wurde daher später wieder zur Seite gelegt oder höchs-
als Unterlage für die oben erwähnten Kämpfe zwischen

lutonisten und Neptunisten mehr gemifsbraucht, als zweck-
äfsig benutzt. Ja einige von diesen älteren Physikern ha-
en auf jene Hypothese sogar schon die sinnreiche Behaup-
ing gebaut, dafs die Berge durch dieses unterirdische Feuer
mporgehoben worden seyen, eine Behauptung, durch welche sich
rst in unsern Tagen Elias de Beaumont einen in der Geo-
gie für alle Zeiten unvergefslichen Namen gemacht hat. Al-
ein auch diese glückliche Idee wurde wieder auf lange Zeit
in vergessen, da sie doch durch keine eigentlichen Beob-
chtungen bewiesen war und mehr ein Product der Phantasie
s eine Folge richtiger, auf Erfahrungen gebauter Verstan-
esschlüsse zu seyn schien. Insbesondere hat Büffon durch
ine zwar sehr blühende, aber auch zugleich weder auf Be-
bachtungen noch auf Rechnungen gegründete Darstellung die-
r ganzen Theorie der Entstehung der Erde eine Art von
mantischem Anstrich gegeben, den die Geologen lange Zeit
ach ihm beizubehalten suchten und dadurch sich und ihre
genannte Wissenschaft bei allen an strengeres Denken ge-
öhnten Lesern in Mifscredit gebracht haben. Nach Büffon's
genannten Berechnungen z. B. soll die Erde 3000 Jahre im
stande des Glühens gewesen seyn und fernere 34000 Jahre
ll sie nur so weit erkaltet seyn, dafs man sie am Ende die-
r Periode von 37000 Jahren, seit ihrem Anfange, noch nicht
rühren konnte. Während dieser ganzen Zeit war das nach-
rige Meer durch die Wirkung jener grofsen Hitze noch
nz in der Atmosphäre in Dunstgestalt enthalten, weil die
rde noch weitere 25000 Jahre so heifs war, dafs sie alles
asser in Dämpfe verwandelte. Weiter sollen nach den Fol-
rungen dieses Naturforschers die ersten Bewohner der Erde
gen der höheren Temperatur und der stärkeren Productions-
aft dieses Planeten sehr grofse, kolossale Körper gehabt haben.
dlich fing die Erde an so weit zu erkalten, dafs sie für
anzen und Thiere geeignet wurde, und dieses soll zuerst
den Polarländern geschehn seyn, wo daher, der damals
ch dort noch so hohen Temperatur wegen, Elephanten,
allrosse und ähnliche tropische Thiere lebten, deren Ue-
reste man noch heutzutage in jenen Gegenden findet. Auf
se Weise wird der Roman fortgesponnen, nicht blofs bis
unsern Tagen, sondern bis an das Ende aller Dinge, d. h.
93000 Jahre nach unserer Zeit, wo die Erde so weit er-

kaltet seyn soll, daſs sie kein vegetabilisches und animalisches Leben mehr erhalten kann.

Wenn wir nun, um wieder zu unserm Gegenstande zurückzukehren, diesen ursprünglichen feuerflüssigen Zustand der Erde als ausgemacht voraussetzen, welches Mittel haben wir, die allmälige Abnahme dieser anfänglichen so hohen und über die ganze Erdmasse verbreiteten, jetzt aber schon sehr gegen den Mittelpunct der Erde zurückgezogenen Temperatur zu messen?

Wenn wir Thermometerbeobachtungen von den alten Griechen oder Chaldäern besäſsen, so wie sie uns in der That sehr schätzbare astronomische Beobachtungen hinterlassen haben, so würden wir, besonders wenn sie ihre Experimente in gröſsern Tiefen unter der Oberfläche der Erde angestellt hätten, jene Frage vielleicht unmittelbar und ohne Schwierigkeit beantworten können. Allein dieses Instrument ist noch nicht zwei volle Jahrhunderte bekannt, und war selbst in der ersten Hälfte dieses Zeitraums so unvollkommen, daſs es uns, auch wenn wir Beobachtungen an demselben aus dem grausten Alterthume hätten, zu nichts nützen könnte. Dieselben Griechen haben sich auch mit den Messungen der Gröſse unserer Erde beschäftigt. Eratosthenes hat um das Jahr 250 und Posidonius, der Lehrer Cicero's, um das Jahr 70 vor dem Anfange unserer christlichen Zeitrechnung diese Gröſse der Erde zu bestimmen gesucht; allein die Methoden und die Instrumente, welche sie bei ihren Messungen gebraucht haben, sind so unvollkommen, ja selbst die wahre Gröſse des Maſsstabs (des Stadiums), welches sie dabei gebraucht haben, ist uns so wenig bekannt, daſs wir darauf keine sichern Folgerungen bauen können. Was sollen uns aber auch solche Messungen der Erde aus der Vorzeit zu unserem Zwecke nützen? Wir wollen wissen, ob und wie viel die Erde seit einem oder mehrern Jahrtausenden an ihrer *Temperatur*, nicht aber, wie viel sie in dieser Zeit an ihrer *Gröſse* zu oder abgenommen hat. Allein diese beiden Dinge hängen zusammen, und wenn man nur das eine, die Abnahme der Gröſse z. B. kennte, so würde man auch wohl das andere, die Abnahme der Wärme, aus jenem ersten leicht ableiten. Es ist nämlich bekannt, daſs die Wärme alle Körper ausdehnt und die Kälte im Gegentheile sie zusammenzieht, und daſs daher die Erde

'enn sie seit der Zeit des Eratosthenes kleiner geworden t, auch kühler geworden seyn müsse. Allein das Uebel ist, ifs wir *keines* von diesen beiden Dingen wissen und dafs ir auch kein Mittel absehn, wie man auch nur zu einem erselben gelangen könnte.

Indefs wollen wir doch, da wir einmal auf diesem Wege nd, ihn nicht sogleich ganz aufgeben und den Gegenstand, er uns anfangs so viel versprach, noch etwas näher betrachm. In der That hängen jene zwei Dinge, die *Gröfse* und ie *Abkühlung* der Erde, noch mit einem dritten, mit der *mdrehung* der Erde um ihre Axe, zusammen, und es wäre öglich, dafs man, wenn auch jene zwei ersten unzugänglich nd, doch diesem dritten und dann durch dieses dritte auch ne zwei ersten näher kennen zu lernen vermöchte. Denken ir uns, ohne uns hier in die höheren Berechnungen der Meianik einzulassen, ein einfaches Rad, das sich um seine Axe rehn läfst, und dafs an den Radien (Speichen) desselben mehre Gewichte angebracht sind, die sich längs diesen Radien erschieben, also dem Mittelpuncte des Rades bald näher, bald rner stellen lassen.

Stellen wir diese Gewichte zuerst alle ganz nahe an den littelpunct des Rades, und sehn wir zu, welche Kraft erforrlich ist, das Rad mit einer bestimmten Geschwindigkeit, B. in einer Secunde ganz um seine Axe zu drehen. Verhiebt man hierauf alle jene Gewichte, bis sie an die Periierie des Rades gelangen, so wird man offenbar, obschon is Rad selbst nicht schwerer oder gröfser geworden ist, eine *ärkere* Kraft gebrauchen, um auch jetzt das Rad wieder geu in einer Secunde um seine Axe zu drehn. Ein Rad also n gegebenem Gewichte fordert mehr Kraft, um in einer gebenen Zeit, z. B. in einer Secunde, um seine Axe gedreht zu rden, wenn die einzelnen Gewichte (die Massentheile, aus ien es besteht) weiter vom Mittelpuncte des Rades abstehn, wenn sie diesem Mittelpuncte näher sind. Also auch gekehrt: wenn die Kraft dieselbe bleibt, so wird dasselbe d langsamer gehn, wenn seine Massentheile weiter vom ttelpuncte des Rades entfernt sind, und es wird geschwingehn, wenn diese Theile näher zum Mittelpuncte gerückt rden. Da nun die Wärme alle Körper ausdehnt und die te sie zusammenzieht, so werden wir, statt den Ort jener

Gewichte an ihren Speichen zu verändern, auch die Temp
ratur des ganzen Rades verändern können und der Erf
wird offenbar derselbe seyn müssen. Wenn man also bei
nem ersten Rade die Gewichte näher beim Mittelpuncte be
stigt oder wenn man bei einem Rade ohne Gewichte die Te
peratur desselben vermindert, so wird bei derselben beweg
den Kraft das Rad geschwinder um seine Axe laufen, es w
sich geschwinder drehen, wenn es kälter, und langsamer, we
es wärmer geworden ist.

Was hier von einem Rade gesagt ist, gilt auch von
dem andern Körper, seine Gestalt mag seyn welche sie w
Es bewege sich z. B. eine Kugel in Folge eines erhalte
ersten Stoſses um ihre Axe. Wenn das Volumen dieser K
gel durch Erwärmung derselben gröſser wird, so wird s
die Kugel langsamer als zuvor drehen, und wenn sie all
lig erkaltet, so wird sie auch ebenso allmälig immer schne
um ihre Axe rotiren. Unsere Erde aber ist nichts anderes
eine solche im freien Raume schwebende Kugel, die eben
in Folge eines ursprünglichen Stoſses sich in einer bestim
ten Zeit, d. h. in einem Sterntage, ganz um ihre Axe dre
Wenn daher diese Erdkugel mit der Zeit ihre Temper
verlieren oder wenn sie allmälig kühler werden sollte, so w
sie sich auch immer schneller um ihre Axe drehn oder
wird die Dauer ihrer Umlaufszeit, d. h., so wird der Stern
immer kürzer werden müssen. Nun haben wir aber
(Art. *Tag*, Absch. F) gesehn, daſs der Sterntag seit den
testen Zeiten, von denen wir noch astronomische Beobachtu
gen haben, das heiſst, seit mehr als 2000 Jahren sich no
nicht um den hundertsten Theil einer Zeitsecunde geänd
hat, und die Art, wie dieser Schluſs a. a. O. gefunden wur
hat ohne Zweifel jeden Leser von der Verläſslichkeit und str
gen Richtigkeit desselben überzeugt. Wenn nun, wie wir
wiſs wissen, der Tag seit 2000 Jahren sich nicht einmal
$\frac{1}{100}$ Secunde geändert hat, oder mit andern Worten, we
die Umdrehungszeit der Erde noch immer bis auf eine g
unmerkbare Gröſse dieselbe ist, wie sie vor zwei Jahrt
senden war, so wird auch wohl die Temperatur der Erde
Anfange und am Ende dieser Periode nur ganz unmerk
von einander verschieden seyn. Um diese Verschiedenheit

mperatur der Erde, wie sie jetzt ist und wie sie vor 2000 hren war, genauer anzugeben, nehmen wir für die mittlere ısdehnung der Massen, aus welchen die Erde besteht, die einste, die wir kennen, die Ausdehnung des Glases an, nämlich $\frac{1}{1000}$ für jeden Grad des hunderttheiligen Thermometers. Für ne solche Ausdehnung des Volumens einer Kugel findet man er nach den bekannten Gesetzen der Mechanik eine Veränderung der Umlaufszeit der Kugel, die nur $\frac{1}{50000}$ der früren Umlaufszeit beträgt. Diese Umlaufszeit ist aber der *erntag*, der 86400 Secunden enthält, so dafs man daher r die Veränderung des Sterntages, die der Abnahme der ittleren Wärme der Erde um einen Grad entspricht, erlt

$$\frac{86400}{50000} = 1,728 \text{ Secunden.}$$

llein wir haben oben gefunden, dafs die Länge des Tags it 2000 Jahren noch nicht um den hundertsten Theil einer ecunde abgenommen haben kann, und da dieses nur der 3ste Theil von der eben erhaltenen Abnahme des Tags ist, haben wir sonach die Abnahme der Temperatur seit jener it 173mal gröfser angenommen, als wir sie hätten annehmen llen, oder mit andern Worten: die Abnahme der mittleren emperatur der Erde seit zweitausend Jahren beträgt nicht er $\frac{1}{173}$ eines Grades C., und daher wird diese Abnahme, enn sie jetzt gleichmäfsig fortginge, nicht in 2000, sondern st in 346000 Jahren einen Grad betragen. Man bemerkt, ıſs die letzte Zahl noch viel gröfser seyn würde, wenn wir r die Ausdehnung der Erde durch die Wärme diejenige ird eines anderen uns bekannten Körpers statt des Glases wählt hätten. Obschon es durchaus unwahrscheinlich ist, ſs die Massen, aus welchen die Erde besteht, eine so geige mittlere Ausdehnung, wie das Glas, haben sollten, so ollen wir doch, da wir über diese Dilatation noch so unwifs sind, das oben erhaltene Resultat $\frac{1}{173} = 0,006$, um nz sicher zu gehn, zehnmal gröfser nehmen, wodurch man 06 oder in runder Zahl $\frac{1}{16}$ erhält, so dafs wir demnach mit ner Bestimmtheit, deren sich vielleicht nur wenige Resultate r Naturwissenschaften zu erfreuen haben, den Satz aufsteln können, dafs die mittlere Temperatur der *ganzen* Erdku-

gel in den letzten 2000 Jahren sich gewiſs noch nicht um de zehnten Theil eines Grades vermindert hat[1].

D. Perioden der weiteren Abnahme de Temperatur der Erde.

Das Vorhergehende giebt uns ein einfaches Mittel, d Verhalten der mittleren Temperatur der Erde in der Vorz und in der spätern Zukunft mit derjenigen Verläſslichkeit bestimmen, die man bei Untersuchungen solcher Art ford kann. Unsere Nachfolger werden allerdings an den hier entwickelnden Resultaten noch bedeutende Aenderungen bringen, wenn die Theorie weiter fortgerückt und die Anz zweckmäſsiger Thermometerbeobachtungen vermehrt seyn w was aber uns nicht abhalten soll, so weit zu gehn, als unter unsern beschränkten Verhältnissen zu thun im Sta sind. Sey x die Zeit, in Zeiträumen von 2000 Jahren au gedrückt, und P die Temperatur der Erde im Anfange, so p am Ende dieser Periode von 2x Jahrtausenden, so hat m wenn die Temperatur in einem geometrischen Verhältnisse nimmt, während die Zeit in einem arithmetischen Verhältni wächst oder gleichförmig fortgeht, die Gleichung

$$\frac{P}{p} = e^x,$$

wo e eine constante Gröſse bezeichnet, die nun vor allen a dern bestimmt werden soll. Nach demselben Arago[2] ist constante Temperatur des Weltraumes, in welchem sich Planeten unseres Sonnensystems bewegen, gleich — 46°, ebenso groſs soll auch, nach seiner und Fourier's Hypoth die mittlere Temperatur der Erde an ihren beiden Polen sey während die mittlere Temperatur derselben am Aequator gle + 22° angenommen wird. Demnach hätte man für den unseren Zeiten statt habenden Temperaturunterschied am A quator und im Weltraume die Gröſse 22° — (— 46°) = 6 Nach dem Vorhergehenden aber hat die Temperatur am A

1 Vergl. Arago im Annuaire für das Jahr 1834, und beso La Place Méc. céleste Vol. V., aus welcher letztern Quelle a Arago, wie er selbst anführt, seine Theorie geschöpft hat.

2 Poggendorff Ann. XXXVIII. 235.

uator seit 2000 Jahren um $\frac{1}{10}$ Grad abgenommen, so daſs
iher der Temperaturunterschied am Aequator und im Welt-
ume vor 2000 Jahren gleich 68°,1 gewesen ist. Aus
esen Prämissen werden wir den Werth der vorhergehenden
onstante e zu bestimmen im Stande seyn. Ist nämlich a die
emperaturdifferenz am Aequator und im Weltraume im An-
nge dieser Periode der letzten 2000 Jahre und bezeich-
et man durch $a e$, $a e^2$ $a e^3$ . . . dieselbe Differenz für das
te, 3te, 4te . . . Jahr dieser Periode, so hat man die geome-
ische Reihe

$$a, \ ae, \ ae^2, \ ae^3 \ldots ae^n \ldots,$$

nd wenn man das letzte Glied $a e^n$ dieser Reihe durch u
ezeichnet, so hat man für die Summe s aller Glieder

$$s = \frac{a - ue}{1 - e},$$

oraus folgt

$$e = \frac{a - s}{u - s}.$$

ür unsere vorhergehenden Annahmen ist aber $a = 68°,1$,
$= 68°,0$ und die Totalabnahme der Temperatur während der
anzen Periode oder $s = \frac{1}{10}$. Substituirt man diese Werthe
on a, u und s in dem letzten Ausdrucke, so hat man

$$e = \frac{68{,}0}{67{,}9} = 1{,}00147,$$

daſs daher die oben aufgestellte Gleichung für x in die fol-
ende übergeht

$$\frac{P}{p} = 1{,}00147^x \ldots (A).$$

Venn man die dieser Gleichung zum Grunde gelegten An-
ahmen als der Wahrheit wenigstens sehr nahe liegend an-
immt, so lassen sich dadurch mehrere interessante Probleme
ıflösen. Wir wollen von denselben nur einige anführen.

Probl. I. Wie viel Zeit gebraucht die mittlere Tempe-
tur der Erde, um in einer Periode von 2000 Jahren um ei-
en Grad abzunehmen? Zählt man diese Periode von Hip-
archus an, der nahe 2000 Jahre vor uns lebte, so giebt die
leichung (A)

$$P = 68{,}1 \text{ und } p = 67{,}1,$$

lso auch

$$1{,}0149 = 1{,}00147^x,$$

woraus folgt

$$x = 10{,}0714 \text{ und } 2000\,x = 20143 \text{ Jahre}$$

oder von Hipparch's Zeit an wird eine Periode von 201
Jahren verflieſsen, bis die mittlere Temperatur der Erde u
einen ganzen Grad abgenommen hat.

Probl. II. Die mittlere Temperatur Deutschlands kan
jetzt nahe gleich $+8°$ R. angenommen werden. Ohne Zwe
fel ist sie in der Vorzeit viel gröſser und auch einmal glei
der gegenwärtigen Temperatur am Aequator oder gleich $+2$
R. gewesen, wie es denn wohl vormals eine Zeit gegeben h
ben mag, wo die Temperatur an allen Orten der Erdoberfl
che dieselbe war und wo sich daher von einem Unterschie
der Klimate oder der Zonen keine Spur zeigte. Sucht m
nun die Zeit x', welche verflossen ist, seitdem die Tempe
tur in Deutschland von $+22°$ auf $+8°$ herabgesunken ist,
hat man, da $68 - (22 - 8) = 54$ ist, nach der Gl
chung (A)

$$\frac{68}{54} = 1{,}259 = 1{,}00147^{x'},$$

woraus folgt

$$x' = 156{,}8$$

oder

$$2000\,x' = 313600 \text{ Jahre},$$

so daſs demnach seit der Zeit, wo in Deutschland das T
penklima von $+22°$ herrschte, bis auf unsere Tage 313
Jahre verflossen seyn müſsten. Der Anfang dieser Per
würde also, nach Fourier's Theorie, die Zeit gewesen w
als das Centralfeuer der Erde sich noch nicht gegen den M
telpunct derselben zurückgezogen hatte und daher die ga
Oberfläche der Erde einer gleichen Temperatur von $+2$
ausgesetzt war.

Probl. III. Suchen wir endlich die Zeit x'', von Hi
parch an gerechnet, in welcher der Aequator, dessen mittle
Temperatur jetzt $+22°$ ist, nur noch einen Temperaturu
terschied von $0°{,}01$ gegen den Weltraum haben wird, eine
geringe Temperatur, daſs sie einer gänzlichen Erkaltung d
Aequators gleichgesetzt werden kann. Für die Auflösung d
ses Problems giebt die Gleichung (A)

$$\frac{68{,}1}{0{,}01} = 61810 = 1{,}00147^{x''},$$

oraus folgt

$$x'' = 6009 \text{ oder } x'' = 12018000 \text{ Jahre.}$$

ie gänzliche Erkaltung des Aequators würde also, von Hip-
rch's Zeit zu zählen, erst nach mehr als 12 Millionen Jah-
n statt haben. Dabei mufs aber bemerkt werden, dafs der
influfs der Sonne auf die Erdoberfläche nicht berücksichtigt
orden ist. Da diese Rücksicht aber nicht vernachlässigt wer-
n darf, so kann auch von einer solchen gänzlichen Erkal-
ing der Erde keine Rede seyn. Die Erde wird vielmehr in
rer gegenwärtigen Abnahme der Temperatur nur so lange
rtschreiten, bis sie zu dem Puncte gelangt ist, wo ihr Wär-
everlust durch Ausstrahlung gleich seyn wird der Wärmeer-
ugung auf ihrer Oberfläche durch die Sonne. Von dieser
it an wird der Wärmezustand der Erde stationär seyn und
e oben angenommene geometrische Reihe, welche die Erde in
rer Erkaltungsperiode seit der Epoche ihrer Schöpfung durchläuft,
ird bei jenem Gliede enden, wo ihr Wärmeverlust durch
ie Einwirkung der Sonne vollständig aufgewogen wird. Ob
eser Zeitpunct schon eingetreten ist oder ob er, nach Fou-
ier[1], uns noch bevorsteht, müssen wir wohl einstweilen un-
tschieden lassen.

Die drei so eben gefundenen Perioden für x, x' und x''
id allerdings für nicht klein zu achten, allein sie werden
ch viel beträchtlicher, wenn man, wie es aus dem Vorher-
henden (C) sehr wahrscheinlich ist, die Temperaturver-
inderung für die Zeit der zwei letzten Jahrtausende noch
einer als $0°,1$ annimmt. So haben wir oben, obschon wir
r Erde die gewifs zu geringe Dilatation des Glases durch
Wärme gaben, die Temperaturveränderung der Erde seit
00 Jahren gleich $\frac{1}{173} = 0{,}006$ eines Grades gefunden.
mmt man überdiefs die Temperatur des Weltraums nach
urier gleich $-45{,}618$ und die des Aequators, wie zuvor,
ich $+22$ an, so hat man $u = 67{,}618$, $a = 67{,}624$ und
$= 0{,}006$, also auch

$$e = \frac{a - s}{u - s} = 1{,}000089.$$

t diesem Werthe von e erhält man aus der Gleichung (A)

---

1 Théorie de la Chaleur p. 366.

für die oben aufgestellten drei Probleme in derselben Ord-
nung

$$1{,}015 = 1{,}000089^{x} \text{ oder } 2000x = 334000 \text{ Jahre}$$
$$1{,}2611 = 1{,}000089^{x} \text{ — } 2000x = 5220000 \text{ —}$$
$$6762{,}4 = 1{,}000089^{x} \text{ — } 2000x = 198450000 \text{ —}$$

so daſs daher bei dieser nahe 16mal langsamern Abnahme d
Temperatur der Erde auch jene drei Perioden nahe 16m
gröſser werden als zuvor. FOURIER setzt diese Abnahme d
Temperatur der Erde für die letzten zwei Jahrtausende gle
0°,024, also nahe 4mal kleiner als 0,1, so daſs jene drei P
rioden 4mal gröſser als in der ersten Auflösung unserer P
bleme seyn werden. In der That setzt man mit Four
$u = +45°{,}6 + 22°{,}0 = 67{,}6$; $a = 67{,}624$ und $S = a - U = 0{,}0$
so findet man $e = 1{,}000355$ und daher wieder nach der Gl
chung (A)

$$1{,}015 = 1{,}000355 \text{ oder } 2000x = 83800 \text{ Jahre}$$
$$1{,}2611 = 1{,}000355^{x} \text{ — } 2000x = 1306800 \text{ —}$$
$$6762{,}4 = 1{,}000355^{x} \text{ — } 2000x = 49677000 \text{ —}$$

Nach diesen letzten Berechnungen würden demnach 13068
Jahre verflossen seyn, seit der Zeit, wo in Deutschland
Tropentemperatur von + 22° herrschte. Die Geologen n
men beinahe allgemein an, daſs die merkwürdigen veget
lischen Ueberreste, welche die Steinkohlenlager in Europa b
den, nur in einem Tropenklima entstanden seyn könne
daſs demnach das Alter dieser Lager, nach FOURIER's Tem
peraturabnahme von 0°,024 für 2000 Jahre, weit über e
Million Jahre und nach der Temperaturabnahme von 0,0
sogar über fünf Millionen Jahre betragen würde. Diese Ste
kohlenlager sind oft über mehrere Quadratmeilen ausgebr
und sie finden sich in allen Welttheilen. GÖPPERT[1] beha
tet, daſs die Pflanzenabdrücke, die man in den tieferen,
älteren Lagern von Steinkohlen findet, im Allgemeinen im
derselben Gattung von Pflanzen zugehören, und Graf STE
BERG hat daraus den Schluſs gezogen, daſs überall, wo
solche Lager findet, in Schottland, in Sibirien, im nördli
America u. s. w. in der Vorzeit ein Tropenklima geherr
haben müsse. Zu denselben Resultaten ist auch ADOLPH Br

1 Ueber die fossilen Farrenkräuter. Breslau 1836. S. 64 ff.

RT gelangt, der diesen Gegenstand mit besonderem Eifer Scharfsinn untersucht hat. Wenn gleich schon die Grau-e häufige Pflanzenabdrücke enthält und wenn selbst das andenseyn einer Organisation noch vor der Bildung der wacke nicht zu leugnen ist, so sind doch jene Stein-nlager, obschon späteren Ursprungs, die sprechendsten zugleich am weitesten verbreiteten Zeugen einer solchen eltlichen Vegetation, und alle Pflanzen, die man in die-Lagern findet, gehören einer viel wärmeren Zone an, als nige ist, in welcher man sie jetzt findet. Alle Pflanzen ler Classe der Gefäfs-Kryptogamen, alle Farrenkräuter, podiaceen und Equisetaceen, die man in diesen Lagern oft erstaunlicher Gröfse findet, erreichen lebend nur in eifsen Zone eine so bedeutende Höhe. Wenn daher diese zen auch in den gemäfsigten und selbst kalten Klimaten, wir jetzt ihre Ueberreste finden, gelebt haben sollen, so die Temperatur dieser Gegenden in der Vorzeit wenig- ebenso grofs gewesen seyn, als die gegenwärtige am iator.

Ohne Zweifel verdienen diese auch in andern Beziehun-höchst merkwürdigen Steinkohlenlager eine noch viel ge-re und mehr umfassende geologische Untersuchung, als bisher zu Theil geworden ist. So hat z. B. der Berg-sdirector GRÄSER das Lager von Eschweiler bei Aachen ere Jahre aufmerksam erforscht und gefunden, dafs das- aus nicht weniger als 44 übereinander liegenden Stein-enflötzen besteht, die alle von einander deutlich getrennt unterschieden sind. Diese Untersuchungen wurden ihm lings dadurch sehr erleichtert, dafs der dort sehr rege bau das ganze Steinkohlengebilde nach allen Seiten und n eine grofse Tiefe aufgeschlossen hat. Nach seinen Un-chungen finden sich in jedem dieser Flötze nur eigene Ar-von Pflanzen, die in den anderen Flötzen nicht angetrof-werden. Er zählt daher ebenfalls 44 Pflanzenwelten, die allmälig untergegangen sind, um ihren Nachfolgern Platz achen, die wieder dasselbe Schicksal getroffen hat. Wenn wie es sehr wahrscheinlich ist, die Pflanzen der unter-Lage der heifsen Zone und die der höhern auch wieder milderen Zonen angehören, so hätten wir hier eine Reihe Denkmälern, deren jedes vielleicht mehrere Jahrtausende

umschliefst, und zugleich einen Beweis, dafs die Temperat der Erde in der Vorzeit sehr hoch gewesen seyn und dafs d Ausbildung dieser Steinkohlenlager in allen ihren Theilen nen ungeheuer grofsen Zeitraum umfafst haben mufs, ei Zeitraum, in welchem mehrere periodische Veränderungen d Klima's und der Vegetation an denselben Orten statt fanden.

Für eine ehemalige höhere Temperatur in der Nähe Erdpole hat man oft genug die fossilen Thierreste angefü die man am Ausflusse der Lena in Sibirien, an den Ufern Wilhui u. s. w. gefunden hat, obschon die noch leben Thiere derselben Art jetzt nur zwischen den Wendekreisen getroffen werden. Laplace bestreitet die Aehnlichkeit di Thierarten, da diese fossilen sogenannten Elephanten, M muts u. a. mit dichten Haaren und Borsten bedeckt waren, so dem kälteren Klima, wo sie gefunden werden, eigent lich angehören sollten. Auch Cuvier[1] ist der Ansicht, diese Thiere, deren Reste man in Sibirien findet, daselbst lebt und gewohnt haben müssen, dafs sie aber nicht d eine allmälige Abnahme der Temperatur, obschon diese al dings statt gehabt hat, sondern dafs sie durch irgend e plötzliche Katastrophe zu Grunde gegangen sind. Wäre Kälte, die ihnen den Untergang gebracht haben soll, nur mälig eingetreten, so würden ihre Knochen und noch mehr ihre weicheren Theile zersetzt und aufgelöst worden und es wäre unmöglich, dafs ein ganzer Leichnam, wie der Adams entdeckte, seine Haare und seine Haut behalten h Er mufs daher unmittelbar von dem Eise eingeschlossen w den seyn, in welchem man ihn gefunden hat. V. Humbo aber wurde durch seine letzten Reisen im nordöstlichen R land zu einer andern Erklärung dieser vielbesprochenen fo len Thiere geführt. Er fand nämlich in den Breiten von bis 58 Graden, obschon die Temperatur der Luft im Som Mittags bis 45 und mehr Grade stieg, doch ganz seichte Br nen, deren Wasser nur 1 oder 2 Grade Wärme hatte, Zeichen, dafs der Boden in jenen Gegenden schon sehr gekühlt seyn mufs. Allein unter noch höheren Breiten vo bis 62 Graden fand er diesen Boden auch im Sommer einer Tiefe von 12 bis 15 Fufs stets gefroren. Zu Ja

1 Ossemens fossiles. 1821. p. 202.

eite 62° 2′) ist dieses unterirdische Eis ein immerwähren- und allgemein bekanntes Phänomen, ungeachtet der oft r hohen Temperatur der Luft des Sommers zu Mittag. n kann sich daher leicht denken, wie rasch von Jakuzk °) bis zum Ausfluſs der Lena (72°) die Dicke dieser gen Eisschicht zunehmen und zugleich gegen die Ober- he der Erde heraufsteigen muſs. Wenn nun, fährt Humboldt fort, in jene Gegenden Thiere aus wärmern ien sich verirrt, sich vielleicht auch daselbst zum Theil ac- atisirt haben mögen, so können doch einige Individuen selben in Folge von Erdstöſsen oder von plötzlichen Ris- im Boden ebenso plötzlich ihren Untergang gefunden ha- , wo sie dann in diesen Eisspalten ihr Grab, aber auch leich die Erhaltung ihrer Leichname getroffen haben. Zur erstützung dieser Annahme von einer Verirrung der Thiere der heiſsen in die kalte Zone führt er an, daſs noch jetzt er, ganz den indischen ähnlich, von Zeit zu Zeit in Si- en bis in die Breite von 53 Graden gefunden werden und der Königstiger, den wir ein Thier der heiſsen Zone zu nen gewohnt sind, in einer Ausdehnung von 40 Brei- raden zu beiden Seiten des Aequators lebt und im mer zuweilen Streifzüge von hundert und mehr Meilen n Norden macht. Wie leicht konnte es geschehn, daſs elne dieser Thiere bis zu jenen hohen Breiten gelangten dann durch einen Erdfall oder durch sonst ein auſserge- nliches Ereigniſs in dem ewigen Eise jener Gegenden ih- Tod und zugleich, von diesem Eise umschlossen, ihre altung gegen die Verwesung gefunden haben.

Wenn in der Vorzeit die Temperatur an der Oberfläche Erde, in der Nähe der Pole, auch nur so groſs gewesen wie sie jetzt in der Mitte Deutschlands ist (und sie war Zweifel noch viel gröſser), so konnten daselbst jene haarigen Pachydermen (Dickhäuter), wie sie Cuvier nennt, l ohne Hinderniſs leben und wohnen. Wenn nun in je- Zeit, wo die erste Eisbildung auf der Oberfläche unserer begann, durch irgend eine Katastrophe, durch ein Erd- n, durch eine Senkung des Küstenlands in Sibirien, durch Fluth von den Polargegenden gegen Süden, das Eis in en Massen südwärts geführt oder an die Oberfläche der gebracht wurde, so ist es wohl nicht unwahrscheinlich,

dafs darin jene Pachydermen ein schnelles Grab gefunden h
ben. Vielleicht war dieses dieselbe Katastrophe, die den K
stenländern der Ostsee die erratischen Blöcke Skandinavi
zuführte und die die Steingebilde Schwedens bis in die N
derungen von Polen gebracht hat. In der That findet m
nach GOLDFUSS in Graudenz ganz dieselben Versteinerung
die man in Gothland antrifft. Jene merkwürdigen, weit z
streuten Blöcke an der Küste der Ostsee sind offenbar v
Nord gen Süd gekommen, und in Nordamerica finden s
ähnliche Blocklager, die offenbar denselben Weg genom
haben. Eine solche locale, wenn gleich weit verbreitete
berschwemmung von Norden nach Süden, die das ganze n
liche Sibirien mit Eisschollen bedeckte, könnte dieses L
wohl auch bedeutend abgekühlt haben, ohne eine all
Abnahme der Temperatur der Erde überhaupt oder auch
plötzliche Umänderung in der Richtung der Erdaxe ann
men, von welcher letztern sich doch kein nur irgend w
scheinlicher Grund angeben läfst. Zwar hat man das Vor
men jener fossilen Ueberreste tropischer Thiere und Pfl
in höhern Breiten oft genug schon einer Ueberschwem
zugeschrieben, die man aber nicht von Nord, sondern
Süd nach Nord kommen und auf diesem Wege eben
tropischen Erzeugnisse mit sich nach Norden führen
PORLAS hat als einer der Ersten diese Meinung aufge
sie durch die Abdachung der Bergketten des mittlern A
gegen Norden zu beweisen gesucht. Allein es scheint
dezu unmöglich, dafs, mitten unter den Zerstörungen
solchen Fluth, jene so grofse Strecken mit fortgerissenen T
so wenig an ihren Körpern gelitten und nun in ganz u
sehrtem Zustande ihre ruhige Lagerstätte in Sibirien gef
haben sollen. Wie soll man aber durch eine solche H
these die weitverbreiteten unterirdischen Wälder erklären
ren Bäume zwar ebenfalls einer wärmeren Zone angeh
deren Stämme aber alle senkrecht und ganz in der Ord
stehn, die sie noch lebend eingenommen haben müssen?

Man hat gegen die anfängliche hohe Temperatur der
oft die Einwendung gemacht, dafs eine so grofse Hitze
Meer und alles Wasser der Erde in Dämpfe verwandelt
müfste. Allein MITSCHERLICH zeigte, dafs mit der An
einer hohen Temperatur zur Zeit der Schöpfung der Erd

istenz des Wassers auf derselben sehr gut vereinbar ist.
ne Zweifel mufste damals ein grofser Theil des Wassers in
förmigem Zustande die Erde umgeben, aber unter dem ge-
tigen Drucke einer solchen Wassergas-Atmosphäre konnte
Wasser im liquiden Zustande, wenn auch bis zum Glü-
ı erhitzt, sehr wohl bestehn. Eine solche Atmosphäre
nte nur in der ersten Nähe an der Oberfläche der Erde
ı bilden, da in gröfsern Höhen, in den kälteren Regionen
Weltraums, die Wasserdämpfe einer solchen Atmosphäre
nellen und immerwährenden Zersetzungen und Condensa-
ien ausgesetzt seyn mufsten. Sonach war in jener dunklen
zeit unsere Erde ringsum in einen dichten Nebel einge-
lt, aus welchem unaufhörlich wässerige Niederschläge er-
ten, welche, kaum die Oberfläche der noch so heifsen Erde
ihrend, sofort in Dämpfe verwandelt und in jene Atmo-
äre wieder hinaufgeschickt wurden. In dieser Nebelumhül-
g (vielleicht der Zeit der Finsternifs, die nach der Gene-
sich über die neugeschaffne Erde verbreitete) mufste die
e so lange verbleiben, als die Wirkung der Sonnenstrah-
nicht durch diese dichte Dampfhülle der Erde dringen
nte. Damals war demnach die Sonne für die Erde gleich-
noch gar nicht da, und ebenso konnte auch der Wärme-
ust der Erdoberfläche durch Ausstrahlung, jener dichten Um-
ung wegen, nur unbedeutend seyn. Dennoch mufste durch
immer wechselnden Zustand von Verdunstung des Was-
auf der Oberfläche der Erde und von Condensation des
ssergases in den höheren Gegenden beständig eine grofse
ge Wärme in den diese Hülle umgebenden Weltraum sich
treuen und dadurch die Temperatur der Oberfläche der
:, so hoch dieselbe auch anfangs gewesen war, allmälig
etwa zu der Siedehitze des Wassers herabsinken. Zu die-
Zeit mochte jene dichte Nebelhülle angefangen haben sich
erstreuen, so dafs die Erdoberfläche der Wirkung der
ienstrahlen zugänglich werden konnte, wo dann, als erste
e derselben, die Verschiedenheit der Klimate hervortrat,
von der Lage der einzelnen Theile der Erdoberfläche ge-
die Sonne abhängen. Wenn in den frühern Zeiten die
nur sehr langsam und gleichförmig nach ihrer ganzen
lehnung sich abkühlte, so wurde jetzt diese Abkühlung
n Polargegenden wegen des Einflusses der Sonne viel ra-

scher, als nahe am Aequator. Ob zu dieser Zeit schon
ganisches Leben auf der Erde gefunden wurde, ist schwer
entscheiden. Wir sehn noch jetzt Pflanzen und selbst T
in sehr hohen Temperaturen leben[1]. Aber nicht sowohl
hohe Temperatur, als die immer wiederkehrenden Kämpf
Elemente in jener Zeit werden aller organischen Entwick
feindlich entgegen gestanden haben. Unsere Vulcane und E
beben und unsere Ueberschwemmungen, so verheerend
auch uns erscheinen, mögen doch gegen die ähnlichen Er
nisse jener grauen Vorzeit, in Beziehung auf ihre Inten
und auf ihre Ausdehnung, nur als ganz verschwindend zu
trachten seyn. Unter jenen gewaltigen Kämpfen der Ele
wurden nicht nur ganze Geschlechter von Pflanzen und Th
sondern mehr als einmal die ganze Organisation der Ob
che der Erde vertilgt, und so oft in den sparsamen Jahr
Ruhe das Leben aus dem Moder der jüngst zertrümm
Welt sich wieder mühsam hervorwand, so oft wurde
die junge Welt wieder von neuen Fluthen verschlungen
von neuen unterirdischen Flammen verzehrt, wie wir
noch in den über einander liegenden Trümmern nicht
sondern vielleicht unzähliger vorweltlicher Organismen
Spuren jener furchtbaren und immer wiederkehrenden Ze
rungen erblicken.

Sonach haben wir zwei wesentlich verschiedene Peri
der Ausbildung unserer Erde erhalten. Die erste Periode
ginnt mit der Entstehung der Erde aus ihrem chaot
Zustande. In diesem Zeitraume war die Erde noch mit
der Sonne undurchdringlichen Dunsthülle umgeben, in

---

1 Sonnerat und Prevost sahen den *Vitex Agnus castus* an
warmen Bache, dessen Temperatur + 69° war, noch fröhlich
sen. Die Ufer dieses Baches waren mit grünendem Rohr b
und in dem Wasser selbst lebten mehrere Fischarten. Die O
rien leben in heifsen Quellen von 50 bis 60° R. Dunbar
den vereinigten Staaten Nordamerica's in Quellen von 40 bis 5
Muscheln leben. In den warmen Bädern von Manilla leben Fi
einer Temperatur von 67°. Auch in den Karlsbader Thermen
sich Infusorien. Wenn daher jetzt noch Pflanzen und Thie
hohen Temperaturen gedeihn, warum sollen wir nicht dassel
von den längst untergegangenen Organismen der Vorwelt, d
vielleicht noch viel geeigneter waren, erwarten dürfen?

r, so wie in der ganzen Erde selbst, in dem eigentlichen
n jener Hülle, wahrscheinlich eine fast überall gleichförmig
heilte und sehr hohe Temperatur herrschte. Die zweite
iode begann mit der allmäligen Aufklärung jener düstern
lle, die nun den Sonnenstrahlen ihren Weg bis zur Erd-
rfläche bahnte, wodurch der erste Grund zu der Verschie-
heit der Klimate gelegt wurde. Diese Periode endete mit
Zeit, wo die innere Erdhitze aufhörte, unmittelbar auf die
rfläche der Erde einzuwirken, und wo die Temperatur
er Oberfläche beinahe allein von der Einwirkung der Son-
abhängig wurde. In diese Periode fällt die Bildung aller
r grofsartigen Formationen von der Grauwacke bis zu den
nannten tertiären Gebirgen, in welchen man so viele or-
sche Reste und Versteinerungen vorweltlicher Pflanzen und
ere findet, deren Geschlechter vielleicht nur kurze Zeit ge-
haben, um wieder nachfolgenden Schöpfungen Platz zu
hen, die ebenfalls durch die immer wiederkommende Re-
tion untergehn mufsten. Diesen beiden Perioden, deren
Jahrtausende umfassen mochte, folgte endlich die dritte
gegenwärtige, in welcher Ruhe und Gleichgewicht unter
bisher auf der Oberfläche der Erde kämpfenden Kräften
herrschend wurde, wo die klimatischen Verhältnisse im-
entscheidender hervortraten, wo die sich über die ganze
verbreitenden Geschlechter der Pflanzen und Thiere ei-
festern Bestand und eine gesicherte Dauer erhielten und
endlich auch das feinste und höchste Gebilde der irdi-
n Organisation, wo der Mensch entstanden ist. Denn er
dieser letzten Zeit aufbehalten, da er in den wilden Käm-
der Elemente, in den beiden früheren Perioden, auf kei-
Puncte der Erde eine seiner Bestimmung angemessene
le finden konnte. Das Ende dieser dritten Periode kann
in die Zeit setzen, wo auch der innere Kern der Erde
zur Temperatur der Oberfläche derselben abgekühlt seyn
.

Die Zeitdauer dieser drei Perioden anzugeben fehlen uns
Mittel. So viel aber scheint gewifs, dafs diese Perioden
heure Zeiträume umfassen, von denen es vielleicht un-
späten Nachkommen gelingen wird, sich wenigstens ei-
der Wahrheit angenäherten Begriff zu machen. Wir sind
rungen, uns an die kurze Periode, die wir unsere Men-

schengeschichte nennen, und an die wenigen Thatsachen halten, die uns aus den ersten Zeiträumen dieser Geschic aufbehalten sind. Die alten Gebände, Tempel und Pyra den, die wir in Indien, Aegypten und selbst in dem ne Continente gefunden haben, gehören vielleicht einer Ep an, die ein oder selbst mehrere Jahrtausende von uns entfe ist. Aber, so ehrwürdig sie auch durch ihr hohes Alterth seyn mögen, sie sind stumm und unvermögend, uns über Verhältnisse der Temperatur der Erde zu jener Zeit aufzukl ren. Eines der interessantesten dieser Denkmäler der Vo ist der Tempel zu Denderah (dem Tentyris der Alten) Oberägypten, vorzüglich wegen des grofsen *Thierkreises*, in seinem Innern angebracht war und der nun, wie bek nach Paris gekommen ist. Aber weit entfernt, uns übe hier aufgestellten Fragen Aufschlufs zu geben, ist er nich mal geeignet, uns über das Alter jenes Tempels zu bele obschon man ihn anfangs ganz geeignet zu dieser Beleh gehalten hatte. Alles kommt nämlich bei dieser Altersbes mung des Monuments darauf an, in welchem der zwölf chen des Thierkreises zur Zeit der Erbauung des Tempels Frühlings- oder der Solstitialpunct der Sonnenbahn ge ist. Allein wie soll man dieses mit Bestimmtheit aus Kreise finden, dessen einzelne Theile keine auf jene be Puncte sich beziehende Bezeichnung haben? Und wenn solche Bezeichnung noch gefunden werden sollte, wer uns dafür, dafs die ägyptischen Priester, deren Lust nem hohen Alterthume zu prahlen uns aus dem Hero kannt ist, durch dieses Monument wirklich die Zeit der bauung des Tempels und nicht absichtlich eine viel frü vielleicht eine ganz imaginäre Epoche angeben wollten? erblickte nämlich beim Eintritte in diesen Tempel, über Thore desselben, das Sternbild des Löwen und zog daraus fort den Schlufs, dafs zur Zeit der Errichtung dieses T pels die Sonne im Anfang des Jahrs in diesem Zeichen Löwen gestanden haben müsse. Das *Ruraljahr* der alten gyptier fing aber mit dem Sommersolstitium an, zu we Zeit nämlich der Nil auszutreten pflegt. Nimmt man aus Mangel an nähern Nachrichten die Mitte des Löwen denjenigen Punct an, in welchem die Sonne im Anfang Jahres stand, so war das Solstitium zu jener Zeit vo

·gen P
nres stand, basi

rade östlicher als in unsern Tagen; da aber die Präcession
er Nachtgleichen in einem Jahrhundert 1,3947 Grade beträgt,
würde aus dieser Voraussetzung das Alter jenes Tempels
on

$$\frac{60}{0{,}01395} \text{ oder } 4300 \text{ Jahren}$$

lgen, so daſs derselbe gegen das Jahr 2470 vor Chr. G. erbaut
orden wäre. Würde man aber den Anfang oder das Ende die-
s Sternbildes für den entscheidenden Punct nehmen, so
ürde das Alter des Tempels $\frac{15}{0{,}01395} = 1075$ Jahre gröſser
ler kleiner werden. Biot, der sich mit diesem Gegenstande
rgfältig beschäftigte, wollte mit groſser Sicherheit gefunden
ben, daſs die Errichtung dieses Tempels in das Jahr 700
r Chr. G., also in die Zeit der Erbauung Roms fällt. An-
re fanden andere, oft um viele Jahrhunderte verschiedene
hlen und das Ende aller dieser Untersuchungen ist, daſs
ir das Alter jenes Gebäudes nicht angeben können. Nicht
sser geht es mit dem berühmten Tempel zu *Latopolis*, welcher
s älteste jener ägyptischen Gebäude seyn soll und dessen Er-
ung Fourier durch seine, ebenfalls auf unverläſsliche Hy-
thesen gestützten Rechnungen in das Jahr 2500 vor Chr. G.
zt. Allein früher schon fand Dupuis[1] für gut, ihn um
lle 12500 Jahre älter anzunehmen und seine Erbauung auf
J. 15000 vor Chr. G. zu setzen. Da er aber später das
zulässige dieses Resultats selbst einsah, so beliebte er seine
fängliche *Hypothese* dahin abzuändern, daſs in diesem Thier-
ise nicht sowohl der Ort der Sonne zur Zeit der Solstitien,
vielmehr der ihr gegenüberstehende Punct der Ekliptik an-
zeigt werden sollte. Durch diese kleine Aenderung wurde
gesuchte Alter des Tempels um eine halbe Revolution der
quinoctien oder um 13000 Jahre vermindert, so daſs also
t die Erbauung des Tempels zu Latopolis auf das Jahr
0 v. Chr. G. oder auf die Zeit von Nimrod und Abraham
ückgebracht wurde. Allein auch diese um volle 130 Jahr-
nderte reducirte Berechnung sollte vor den Nachfolgern des
puis keine Gnade finden und Champollion, so wie Letron-
, die den Thierkreis dieses Tempels auf eine ganz andere

1 Origine des Cultes. T. III.

und mehr kritische Weise untersuchten, kamen durch die gri-
chischen Aufschriften, die in jenen Tempeln gefunden wurde
zu dem von allen vorhergehenden sehr abweichenden Res-
tate, dafs dieser Tempel erst zur Zeit des Kaisers Tra
(117 J. nach Chr. G.) erbaut worden sey. Die grofse Ve
schiedenheit dieser Altersbestimmungen erregt den Verdac
dafs alle jene Denkmäler wohl nicht der Art sind, um a
ihnen die Zeit ihrer Entstehung auch nur mit einiger Sich
heit abzuleiten, und dafs die meisten der über sie oft mit vie
Emphase aufgestellten Behauptungen auf blofse Meinungen u
Ansichten gebaut sind, welche, bei dem Mangel aller and
Hülfsmittel, weder eines strengen Beweises, noch auch e
eigentlichen Widerlegung fähig sind. Wenn uns aber di
Denkmäler der Vorzeit nicht einmal über ihr Alter aufkl
können, so werden wir noch viel weniger von ihnen ge
gende Aufschlüsse über die Temperatur erwarten dürfen,
zur Zeit ihrer Entstehung auf der Oberfläche der Erde
herrscht haben mag, und es bleibt uns daher nichts üb
als zuzusehn, ob wir in den uns hinterlassenen Schriften
Alten nicht einige Belehrung über diesen Gegenstand schö
können.

E. Historischer Beweis, dafs die Tem- peratur der Erdoberfläche seit den u bekannten ältesten Zeiten sehr na dieselbe geblieben ist.

Wir haben oben gesehn, dafs die grofse Hitze, we
jetzt noch im Mittelpuncte der Erde statt haben mag, au
Oberfläche derselben schon seit sehr langer Zeit keine me
liche Einwirkung mehr haben kann. Diese wichtige Ke
nifs verdanken wir dem schon oft erwähnten Fourier,
sie zuerst nicht blofs aufgestellt, sondern durch Rechnu
bewiesen hat. Vor ihm dachten die berühmtesten Natur
scher ganz anders über diesen Gegenstand, Mairan, Buff
Bailly u. A. gaben die Wärme, die jährlich aus dem
nern der Erde bis zur Oberfläche derselben vordringt, für
teleuropa im Sommer 29mal und im Winter 400mal gr
an, als diejenige, welche die Erdoberfläche von dem u

baren Einflusse der Sonne erhält. Nach diesen Physikern
elt daher die Sonne in Beziehung auf die Erwärmung der
erfläche der Erde nur eine sehr kleine Rolle gegenüber dem
ſsen Feuerherde, der im Mittelpuncte der Erde aufgestellt
Diese Idee wurde mit allgemeinem Beifall aufgenommen
1 nach allen Seiten mit einer Art von Pomp entwickelt.
Denkschriften der Akademie von Paris aus jener Zeit sind
ll von diesen Entwickelungen und selbst eigene gröſsere
erke suchten den Triumph der neuen Hypothese zu ver-
hren, wie z. B. die bekannten *Epoques de la nature* von
FFON, die *Lettres de* BAILLY à VOLTAIRE über den Ur-
ung der Wissenschaften, über die Atlantis und das hoch-
ehrte Urvolk in der Mitte Asiens, aus welchem alle Cultur
1 Wissenschaft ausgeströmt seyn soll. Allein die Rechnun-
FOURIER's machten dem Roman und allen seinen Luft-
llössern ein schnelles Ende. FOURIER bewies auf eine
cht weiter zu bezweifelnde Art, daſs die Wärme, welche
Erdoberfläche von der Einwirkung der Sonne erhält, durch
Wirkung jenes Centralfeuers der Erde höchstens um den
ifsigsten Theil eines Grades nach R. erhöht werden könne,
s also, im geraden Widerspruche mit seinen Vorgängern,
Einfluſs jenes Centralfeuers gegen den Einfluſs der Sonne
die Temperatur der Erdoberfläche ein ganz unmerklicher
1 völlig verschwindender genannt werden muſs. Diese
erfläche, die im Anfange aller Dinge wahrscheinlich im
stande der Glühhitze gewesen ist, hat sich daher im Laufe
eler Jahrtausende so weit abgekühlt, daſs sich keine weitere
rkbare Spur ihrer ehemaligen hohen Temperatur erhalten hat
d daſs sie jetzt ganz kalt seyn, oder vielmehr, daſs sie jetzt
Temperatur der Weltraums haben müſste, wenn sie nicht
en immer neuen Wärmezufluſs von der Sonne erhielte. Jene
ſse Hitze, die der Oberfläche der Erde auch noch in un-
en Tagen vom Mittelpuncte derselben zugeschickt werden
lte, war also nur ein Traum, so wie die fürchterliche Er-
rrung der Erde, die nach BÜFFON's Prophezeiung eintre-
muſs, wenn einmal jenes Centralfeuer erloschen seyn wird,
bloſser Roman gewesen ist, und beide

— — *like the baseless fabric of a vision*
Leave not a wrak behind.

SHAKESP.

Wie dieses Centralfeuer, ebenso kann auch die Temperat
des Weltraums keinen bedeutenden Einfluſs auf die Oberfläch
der Erde äuſsern. Denn welchen Zweifel man auch über d
Grad dieser Temperatur, wie ihn Fourier angiebt, heg
mag, so darf doch die Beständigkeit dieser Temperatur d
Weltraums nicht weiter bezweifelt werden, wenn sie and
wie sich Alles zu dieser Annahme vereinigt, ihren Grund i
der Wärmestrahlung der sämmtlichen Gestirne des Weltal
hat.

Nachdem so jenes Centralfeuer und die Temperatur d
Weltraums von aller Einwirkung auf die Oberfläche der Er
ausgeschlossen ist, so bleibt, so lange die leuchtende und wä
mende Kraft der Sonne keine Aenderung erleidet, nichts me
übrig, als locale Veränderungen der Erdoberfläche selbst, a
denen sich etwa eine Ab- oder Zunahme in der Temper
dieser Oberfläche erklären lieſse. Wenn groſse Strecken ihr
wilden Zustande entrissen und der Cultur, dem Ackerba
wieder gegeben, wenn dichte Wälder gelichtet und weitve
breitete Sümpfe ausgetrocknet werden u. s. w., so wird d
durch das Klima und die Temperatur der Gegend allerdin
gemildert werden. Wenn wir daher von der groſsen Kä
lesen, die in Deutschlands finstern Wäldern zur Zeit des Ta
citus geherrscht haben soll, und wenn wir diese Kälte sam
ihrer Hauptursache, sammt jenen Wäldern, nicht mehr fin
den, so werden wir daraus wohl auf eine Milderung d
Klima's in Deutschland, aber nicht auf eine Erhöhung d
Temperatur der ganzen Erdfläche schlieſsen dürfen. Au
diese localen Veränderungen eines Klima's müssen daher, s
wie die Einwirkung jenes Centralfeuers, ausgeschlossen werde
wenn wir aus historischen Nachrichten über die Abnahme d
Temperatur der ganzen Erdfläche uns aufzuklären suchen. Gie
es aber ein solches Land, in welchem seit den ältesten Zeit
keine solchen localen Veränderungen von Bedeutung vorgega
gen sind, giebt es ein Land, dessen physischer Zustand heu
zutage uns noch im Allgemeinen denselben Anblick gewäh
wie vor drei oder vier Jahrtausenden, und haben wir ve
läſsliche Nachrichten über die Temperatur, die in jenem Land
vor dieser langen Zeit geherrscht hat?

Palästina ist dieses Land und die Nachrichten, die ge
nauen schriftlichen Nachrichten, die wir von der frühe

peratur dieses Landes haben, sind über dreitausend Jahre
Wir schöpfen diese Nachrichten aus dem ältesten aller auf
gekommenen Bücher, aus den Schriften des Moses, der
gstens 1500 Jahre vor Chr. G. gelebt hat. Welche Nach-
en enthalten aber die fünf Bücher Mosis über die Tem-
tur des jüdischen Landes zu seiner Zeit? Thermometri-
Beobachtungen allerdings nicht, da dieses Instrument in
n Zeiten noch ganz unbekannt war, aber doch andere
richten, aus denen sich, wie wir bald sehn werden, die
peratur jenes Landes vor 3300 Jahren mit einer Sicher-
schliefsen läfst, die uns kaum über einen Grad unseres
n Thermometers in Zweifel lassen wird. Und dieses ist
dings viel mehr, als wir bei Untersuchungen solcher Art
i mit Bescheidenheit verlangen können.

Bemerken wir zuerst, dafs, nach ganz sichern uud über-
timmenden Beobachtungen aller neuern Reisenden, die Cul-
der Weinberge in allen den südlichen Gegenden aufhört,
n mittlere Jahrestemperatur + 18° R. ist, und dafs eben-
lie Cultur der Dattelbäume im Grofsen in den südlichen
enden anfängt, deren mittlere Temperatur + 17° R. ist,
lafs man demnach + 17½° R. für die mittlere Temperatur
: der Länder annehmen kann, wo der Bau der Datteln
ngt und wo der Weinbau aufhört. Zwar kann man etwas
icher von diesen Ländern noch einzelne Weinstöcke und
s nördlicher davon noch Palmbäume finden, aber jene
instöcke, etwa zur Lust oder der Seltenheit wegen in Gär-
gezogen, bilden noch keinen Weinbau, so wie man wohl
i in Palermo und Catanea in Sicilien bei einer Tempera-
von 15° R. einzelne Palmbäume trifft, deren Früchte aber
selten reif werden und auch dann noch nicht geniefsbar

Wie verhielt sich nun der Bau dieser beiden Pflanzen-
i in Palästina vor 3300 Jahren? Die Bücher Mosis ge-
uns darüber sehr genaue Nachrichten und die Schriften
Griechen und Römer ermangeln nicht, sie auf das beste
estätigen. Die Stadt Jericho wird in den Büchern des
Bundes die *Palmenstadt* genannt. Diese Schriften spre-
von den Palmwäldern Debora's, das zwischen Rama und
el lag, und von denen, die sich längs dem Jordan hin-
n. Die Juden afsen die Datteln und bereiteten sie als ge-
nete Früchte für ihren Tisch; sie zogen auch eine Art

Honig und selbst geistige Getränke aus diesen Früchten. Die alten hebräischen Münzen zeigen uns noch Palmbäume, die voll von Datteln hängen. Auch PLINIUS, THEOPHRAST, TACITUS, JOSEPHUS, STRABO u. A. gedenken der Palmwälder Palästina's. Diese Bäume müssen daher in Judäa sehr häufig gewesen seyn. Ganz dasselbe gilt auch vom Weinstocke. Die Juden cultivirten diese Pflanze, und zwar nicht bloſs, um gelegentlich eine Traube zu essen, sondern um aus ihren eigentlichen Weinbergen ihren Wein zu bereiten. Wer erinnert sich hier nicht jener groſsen Traube, welche die von Moses abgesandten Männer aus dem Lande Kanaan holten, und die so schwer war, daſs sie nur von zwei Menschen an einer Stange getragen werden konnte? In mehr als zwanzig Stellen des alten Testamentes wird der Weinberge Palästina's Erwähnung gethan. Das *Tabernakelfest* folgte unmittelbar auf die *Weinlese.* Auch STRABO und DIODOR von Sicilien gedenken der Weine Judäa's mit vielem Lobe und die Traube wird, so wie der Palmbaum, sehr oft auf den hebräischen Münzen als das Symbol ihres vom Himmel mit so edlen Früchten gesegneten Landes gefunden. Palästina war daher in jener so viele Jahrhunderte von uns entfernten Zeit eines derjenigen Länder, in welchen die Dattelpalme anfing und in welchen der Weinstock aufhörte, im Groſsen cultivirt zu werden. Denn nördlich von diesem Lande am Libanon und in Sibirien trifft man keine Palmwälder und südlich in Arabien keine Weingärten mehr. Mit andern Worten: die mittlere Temperatur Palästina's vor 3300 Jahren war sehr nahe + 17½ Grad R. Seitdem ist dieses Land weder durch Ausrottung weit verbreiteter Wälder, noch durch Austrocknung von Sümpfen, noch durch andere Ereignisse, so viel uns bekannt, in seiner physischen Beschaffenheit bedeutend verändert worden. Und welches ist jetzt in unseren Tagen die mittlere Temperatur dieser Gegenden. Leider fehlen uns directe thermometrische Beobachtungen der neuern Zeit aus jenem Lande. Aber wir können sie glücklicherweise durch andere Beobachtungen aus dem benachbarten Aegypten ersetzen.

Die mittlere Temperatur Cairo's ist 17,6 R. Jerusalem liegt 1,6 Grad nördlicher als Cairo. Ein Grad Breite giebt in jenen Gegenden 0,25 Grad Aenderung des Thermometers, also ist die mittlere Temperatur Jerusalems 0°,4 unter der von

iiro oder die Temperatur Jerusalems ist 17°,2. Oben fan-
n wir dafür 17°,5. *Die mittlere Temperatur Judäa's hat
ch demnach seit 3300 Jahren nicht merklich geändert.*

Damit stimmen auch andere Beobachtungen sehr gut über-
n. Die Cultur des Getreides z. B., die in Palästina zu je-
r Zeit sehr im Betriebe war, läfst auf eine Temperatur
n nicht mehr als 19 bis 20° R. schliefsen. Die daselbst so
ufigen Oelbäume zeigen, dafs diese Temperatur wenigstens
cht unter 17 bis 18° seyn konnte. Das Mittel aus beiden
: 18½, nur einen Grad höher als zuvor. Die Juden feierten
r Tabernakelfest oder ihre Weinlese im October und auch
utzutage noch wird in diesem Lande die Weinlese am Ende
ptembers oder im Anfange des October gehalten. Die Ge-
ideernte wurde zu Mosis Zeit von der Mitte Aprils bis zu
de Mais gehalten. Neuere Reisende haben im südlichen
heile Palästina's die Gerste um die Mitte Aprils reifen ge-
hn. Nahe bei Acre war sie sogar schon am 13ten Mai zur
nte geschickt, und in Aegypten, wo die Temperatur etwas
iher ist, schneidet man jetzt noch das Getreide am Ende
rils. Alles vereinigt sich daher zu der Behauptung, dafs in
r langen Folge von 33 Jahrhunderten die Temperatur Palä-
na's sich nicht merklich geändert haben könne. Da sich aber
: physische Beschaffenheit dieses Landes seit dieser Zeit
enfalls nicht geändert hat, da ferner, wenn von der Tem-
ratur der Oberfläche der Erde die Rede ist, nach dem Vor-
rgehenden alle Einwirkung des Centralfeuers oder der Tem-
ratur des Weltraums von selbst wegfällt, so kann sich auch
: einzige noch übrig bleibende Ursache, die eine Tempera-
-Veränderung der Erdoberfläche hervorbringen könnte, so
n sich auch die leuchtende und erwärmende Kraft der
nne in dieser Zeit nicht geändert haben.

Die Leser werden die Hinzufügung dieses letzten Schlus-
von der unveränderten Wirkung der Sonne nicht für über-
ssig halten, wenn sie bedenken, dafs wir schon mehrere
sterne, und das heifst doch wohl mehrere Sonnen, am
mmel kennen gelernt haben, deren Licht allmälig schwächer
vorden und endlich ganz erloschen ist. Dafs dieses von
n Fixstern unseres Planetensystems nicht zu befürchten ist,
s wenigstens in den letzten 3300 Jahren keine Abnahme
ner erwärmenden Kraft bemerkt werden konnte, dafür giebt

uns das Vorstehende eine Versicherung, die wenigstens eben[illegible] gewifs ist als die, welche wir für das Nichtwiederkommen ein[illegible] allgemeinen Ueberschwemmung aus demselben alten Buche e[illegible] halten haben [1].

Es wurde bereits angeführt, dafs das Thermometer erst [illegible] Ende des 16. Jahrhunderts erfunden worden ist und dafs man dah[illegible] ältere Beobachtungen als die vor 240 Jahren angestellten nic[illegible] anführen kann. Allein auch diejenigen, welche man in de[illegible] ersten 70 bis 80 Jahren dieser Periode angestellt hat, si[illegible] verloren gegangen. Glücklicherweise aber wurden mehrere de[illegible] selben vor einigen Jahren wieder aufgefunden, und durch [illegible] sind wir in den Stand gesetzt, die Temperatur zweier wen[illegible] stens zwei Jahrhunderte von einander entfernten Epochen g[illegible] nau zu bestimmen. Gleich nach der Erfindung des Ther[illegible] meters in Florenz liefs die Akademie del Cimento eine g[illegible] Menge dieser nützlichen Instrumente verfertigen und in [illegible] verschiedenen Städten Italiens vertheilen; zugleich forde[illegible] Ferdinand II., Grofsherzog von Toscana, die Klöster sei[illegible] Landes auf, an den neuen Beobachtungen eifrig Theil zu ne[illegible] men. Auf diese Weise hatte man in wenigen Jahren eine gr[illegible] Anzahl von thermometrischen Beobachtungen in Florenz [illegible] sammengebracht, die aber alle wieder zu der Zeit zerst[illegible] wurden und verloren gingen, als Leopold von Medici, [illegible] einen Cardinalshut wünschte, dem römischen Hofe seine Acc[illegible] demia del Cimento zum Opfer bringen mufste. Einige we[illegible] Bände dieser Beobachtungen wurden jedoch später durch ei[illegible] wunderbaren Zufall wieder aufgefunden, nämlich die Beobacht[illegible] gen des Pater Raineri aus dem Kloster des Angeli in Floren[illegible] allein man sah bald, dafs sie ganz unbrauchbar waren. [illegible] Thermometer jener frühern Zeit hatten nämlich keine f[illegible] Puncte. Weder der Gefrier- noch der Siedepunct des W[illegible] sers war darauf angegeben, und sonach waren diese Be[illegible]

1 Aehnliche Untersuchungen hat Arago, von dem wir das V[illegible] hergehende entlehnten, auch für andere Gegenden Europa's und As[illegible] ausgeführt. M. s. darüber sein Mémoire in dem Annuaire pour [illegible] 1834. p. 209 u. s. w. Ueberall, wo keine localen Einwirkungen [illegible] den Boden statt gehabt haben, kommt er zu dem Resultate, [illegible] die Winter der Vorzeit keineswegs strenger gewesen sind, als zu [illegible] serer Zeit.

ıtungen, von denen man sich anfangs so viel versprochen te, mit denen unserer neuern Thermometer nicht weiter zu gleichen. So blieb die Sache bis zum Jahre 1828, wo man Florenz eine Kiste entdeckte, die unter mehrern alten Inımenten auch mehrere Thermometer der Akademie del Cinto enthielt, die sämmtlich in 50 gleiche Theile getheilt ren. WILHELM LIBRI, dem diese Thermometer zur Unterhung übergeben wurden, und sie konnten nicht leicht in sere Hände kommen, überzeugte sich zuerst von ihrem einmigen Gange und suchte dann, durch eine sehr grofse zahl von Beobachtungen, die er an diesen alten Instrunten anstellte und mit den neuern Thermometern verglich, Verhältnifs beider Arten von Instrumenten unter einander bestimmen. Er fand z. B., dafs

ler Punct 0 des alten mit — 15° des achtzigtheil. Therm.
13½ - - - 0
50 - - - 44

ereinstimme. Dadurch war LIBRI in den Stand gesetzt, die dem erwähnten Manuscripte enthaltenen sechszehnjährigen obachtungen RAINERI's mit denjenigen Beobachtungen zu gleichen, die in den letzten Jahren auf der Sternwarte zu renz angestellt wurden. Aus dieser Vergleichung zieht AGO das Resultat, dafs die Winter seit der Mitte des 17ten rhunderts in Toscana wärmer und die Sommer im Gegenile kühler geworden sind. Diese Aenderung der Temperur der beiden Jahreszeiten ist allerdings nicht sehr bedeuıd, kann aber doch von der Abholzung der Apenninen komn, die damals ganz bewaldet waren und jetzt gröfstentheils :kt sind. Doch ist ARAGO seines Resultats noch nicht ganz vifs, da LIBRI nur die Maxima und Minima der Temperaeines jeden Monats gesucht hat, statt der sogenannten *mittm Temperaturen*, auf die es hier eigentlich ankommt. Ein ıliches Resultat findet ARAGO[1] für die meisten Gegenden nkreichs. Auch hier nämlich scheinen die Sommer vor hrern Jahrhunderten bedeutend wärmer gewesen zu seyn, in unsern Tagen. Mehrere altadelige Familien in Viva- zeigen noch Wirthschaftsbücher aus der Mitte des 16ten rhunderts vor, in welchen von ergiebigen Weinbergen in

1 A. a. O. p. 229.

einer Höhe von 300 Toisen über dem Meere gesprochen wi
Gegenwärtig reifst in dieser Gegend, selbst an den best
schützten Orten, auch nicht eine Traube, aufser an den tie
liegenden Orten. Aus der Geschichte lernen wir, dafs d
Hugenotten, als sie sich im J. 1552 nach der Stadt Ma
(Breite 46° 18′) zurückzogen, sich daselbst den Muscatwe
dieses Landes wohl schmecken liefsen. Jetzt findet man d
selbst kaum so viele Muscattrauben, um davon einen Ei
Wein zu erzeugen. Kaiser Julian liefs sich während sei
Aufenthalts in Gallien den Wein von Surene täglich auf
Tafel setzen. Dieser Wein steht noch jetzt im Rufe, abe
einem sehr üblen, da *vin de Surene* so viel als Krätzer he
ein Sprichwort, das jeder Franzose sehr wohl kennt. (
König Philipp August wollte die gesammten europäisch
Weine kosten, um daraus den besten für seine Tafel au
wählen. Unter andern setzte man ihm auch den Wein v
Etampes (Br. 48° 25′) und von Beauvais (Br. 49° 26′)
Probe vor. Sie wurden zwar beide verworfen, aber wie h
man ihm einen solchen Wein zum Concurse vorschlagen k
nen, wenn er so elend gewesen wäre, wie heutzutage
Weine aus dem Departement de l'Oise sind, ein Departem
das jetzt als die äufserste Nordgrenze des französischen We
baus betrachtet wird. Aehnliches scheint auch für England
gelten. Der Kaiser Probus forderte die Gallier und Span
zum Weinbau auf und liefs ihnen Weinstöcke aus Italien
führen. Dieselbe Gunst geruhte er später auch auf Engla
auszudehnen. Diese Gunst würde aber nur Spott gewesen
wenn die Sommer in England damals nicht wärmer als j
gewesen, wenn der Weinbau in England damals im G
fsen ebenso unmöglich gewesen wäre, als heutzutage. In d
That sehn wir aus mehrern alten Chroniken, dafs vormals
einem grofsen Theile Englands die Weinberge das Land
deckten, während man jetzt nur in Gärten und unter
vortheilhaftesten Umständen die Traube zur Reife bringen ka

Wenn sich so diese und viele andere Angaben dahin v
einigen, dafs die Sommer der Vorzeit in vielen Gegenden E
ropa's wärmer gewesen sind, als heutzutage, welches ist d
Ursache dieser auffallenden und beunruhigenden Erschein
In der Sonne ist sie nicht zu suchen, wie wir oben aus d
Beständigkeit des Klima's in Palästina gesehn haben. Ein

iker wollen sie in dem Polareise finden, das sich seit- losgemacht hat und weiter südwärts geschwommen ist, s sich angehäuft befindet. Es ist gewiſs, daſs die Ost- Grönlands gegen das Ende des 10ten Jahrhunderts, wo on einem isländischen Schiffer entdeckt wurde, vom Eise war, daſs die Norweger sich auf dieser Küste niederge- n haben, daſs ihre Colonie daselbst noch im J. 1120 im nden Zustande war und mit Norwegen und Island einen chtlichen Handel trieb. Auch ist bekannt, daſs der Bi- f Andrew, der 17te Vorsteher jener grönländischen Kir- als er im J. 1408 von seinem Stuhle Besitz nehmen te, das Ufer der Insel nicht erreichen konnte, weil es nm von Eisfeldern besetzt war. Dieser Zustand scheint zum Jahr 1813 oder 1814 gedauert zu haben, wo sich Eisfelder zufällig öffneten und die Ostküste des Landes ler gänzlich frei machten. Diese Eisfelder also, die sich dem 12ten Jahrhundert vom Pole bis zum Polarkreise, bis Lappland ausgedehnt hatten, sollen nach jenen Physikern Ursache der Abkühlung unserer Sommer in den letzten hunderten gewesen seyn. Allein wenn jene weite Eis- e, die vom Pol bis an die nördlichsten Küsten von Nor- en und Sibirien reichte, seit dem Jahre 1400 bis gegen ununterbrochen existirt haben soll, wie kann man die erwähnten wärmeren Sommer in Frankreich, die noch 150 e nach der Bildung jenes Eisfeldes bestanden, erklären? r wie ging es zu, daſs die plötzliche Auflösung dieses eldes im J. 1814 seit vollen 24 Jahren bei uns weder len Geschäften des Ackerbaus, noch selbst in dem mittlern de unserer Thermometer auch nur die geringste merkbare lerung hervorgebracht hat? Jene Erklärung unserer küh- Sommer ist also offenbar nicht die wahre und wir müssen r eine andere suchen.

Arago ist weit entfernt, den wahren Grund jener Er- nung bei den Polen unserer Erde zu suchen, und er t vielmehr, denselben ganz in der Nähe gefunden zu ha- nämlich in dem Zustande des Bodens der genannten Län- or drei und mehr Jahrhunderten, verglichen mit dem ge- ärtigen Zustande desselben.

Das alte Frankreich z. B. war in jener früheren Zeit bei- ganz mit dichten Waldungen bedeckt, mit Seen, Teichen

und grofsen Morästen, mit grofsen unbebaueten steppenarti
Flächen, und überdiefs von Flüssen nach allen Richtun
durchschnitten, die ohne Damm und künstliches Ufer bei
dem höhern Wasserstande austraten und die Gegenden ri
umher überschwemmten. Seitdem sind jene Waldungen a
gehauen oder doch nur gar zu sehr gelichtet worden, die
henden Gewässer und Sümpfe sind verschwunden, die wei
Steppenebenen sind in Aecker, Wiesen und Weingä
verwandelt, mit einem Worte, der Boden Frankreichs
an der Cultur seiner Bewohner auch seinen guten Theil
nommen und ist dadurch ein ganz anderer geworden, al
vor vier und mehr Jahrhunderten war. Sollte die Urs
jener Veränderung des Klima's dieses Landes nicht in di
Veränderung des Bodens liegen können? Diese Aender
beider Art sind allerdings nur sehr langsam und allm
sich gegangen und uns daher weniger aufgefallen; allein
kennen ein anderes Land, wo jene Veränderung des Bo
viel rascher fortgeschritten ist und wo daher auch die V
änderung des Klima's, wenn anders unsere Ansicht richtig
ebenso schnell, ebenso bemerkbar gewesen seyn mufs. D
Land ist Nordamerica. Wie man in der kleinen Welt,
Jupiter mit seinen vier Monden um sich führt, in wenig
ren schon alle die Phänomene sich entwickeln sieht, deren E
faltung in dem so viel gröfsern Sonnensysteme Jahrhunde
Jahrtausende erfordert, so zeigt auch dieses Land seit ku
funfzig Jahren einen Aufschwung, der in den Ländern
alten Continents kaum in ebenso vielen Jahrhunderten be
werden konnte. Unter unseren Augen, ohne auf die Be
unserer Vorgänger zu warten, entwickelt sich eine rasche
nahme der Bevölkerung, des Reichthums und der Cultur
Bewohner sowohl, als auch des Bodens, auf dem sie le
Ungeheuere Waldungen sind abgetragen oder gelichtet wo
weitverbreitete Seeen haben einen Abzug durch Canäle erh
die gleich einem Netze das ganze Land nach allen Richtu
bedecken, Moräste sind ausgetrocknet, Flüsse eingedämmt
grofse Strecken von mehrern Hunderten von Quadratm
früher Steppen und Wüsten, sind in bebautes Land u
schaffen worden. Und wie hat sich bei allen diesen g
und raschen Aenderungen des Bodens das Klima dieses L
des verhalten? In den Provinzen der vereinigten St

i allgemein angenommen, ist es schon in den Volksglau-
ibergegangen, dafs die Winter der neueren Zeit milder und
ommer kühler seyen als vor funfzig Jahren, kurz dafs die
me der Temperatur im Januar und Julius nicht mehr so
von einander verschieden sind, als sie es vor einem hal-
Jahrhundert waren. Dieselben Veränderungen des Klima's
i wir, aber nur langsamer, nach dem Vorhergehenden in
ia überall bemerkt, wo eine ähnliche Veränderung des Bo-
vorgegangen ist. Sollen wir hier nicht auch densel-
Zusammenhang zwischen diesen beiden Erscheinungen an-
nen, der sich uns dort, wo die Entwickelung der Folge
rer Ursache rascher vor sich geht, gleichsam von selbst
ngt? Die Americaner haben auch eine nicht minder
und merkwürdige Aenderung in der Richtung der Win-
merkt, die an ihren Küsten statt haben. Ehemals schie-
lie Westwinde viel mehr vorzuherrschen, als in der neuern
wo die Ostwinde immer häufiger werden und auch tie-
n das Festland eindringen. Dieses Uebergewicht der
winde auf dem atlantischen Meere ist übrigens noch so
, dafs, im Mittel aus Erfahrungen von den sechs letzten
ı, die Paketboote, die von Liverpool nach Neu-York
, zu ihrer Ueberfahrt volle 40 Tage gebrauchen, da sie
jenen Westwind steuern müssen, während ihre Zu-
hrt von America nach England auf demselben Wege nur
ige dauert. Die Verminderung der Wälder und Sümpfe
die Urbarmachung des Bodens macht daher die Winter
er und die Sommer kühler, also das *Klima im allgemei-
ilder,* aber nicht eben die *mittlere Temperatur* des Lan-
öher. Denn die jetzt gröfsere Wärme des Winters
: leicht durch die ebenso gröfsere Kühle des Sommers
: ausgeglichen werden, wodurch daher die mittlere
eratur selbst keine Aenderung erleiden würde[1].

---

[1] Vergl. Art. *Geologie.* Bd. V. S. 1334.

F. Extreme der Temperatur auf der Erdoberfläche.

Da in sehr heifsen und noch mehr in sehr kalten Ländern angestellte, lange fortgesetzte und genaue thermometrische Beobachtungen bisher noch selten sind, so wissen wir wenig über den höchsten und tiefsten Stand der Thermometer anzugeben, den dieses Instrument in den verschiedenen Gegenden der Erde zeigen mag, wo die Temperatur ihre beiden Extreme erreicht. ARAGO hat[1] das Vorzüglichste, was wir über diesen Gegenstand besitzen, zusammengestellt. Wir wollen hier das Merkwürdigste kurz anführen.

Die Beobachtungen, die GMELIN durch eine längere Zeit in Sibirien über die Temperatur dieses Landes angestellt hat, sind leider nicht sehr brauchbar, da er, wie jetzt ausgemacht ist, nicht bemerkt hatte, dafs das Quecksilber seines Thermometers bereits gefroren war, während er immerfort die Kälte auf — 31°,5 R., bei welcher bekanntlich dieses Metall gefriert, zu beobachten glaubte. Die übrigen älteren Beobachtungen, bei welchen man das Quecksilber mit Gewifsheit frieren sah, sind, wenn wir bei dem letztvergangenen Jahrhundert stehen bleiben, folgende.

Beobachter	Zeit	Orte	Länge von Ferro	Breite nördl.
DELISLE	1736	Jakuzk	150° östl.	62°
HELLANT	1760 Jan.	Sombio	78 —	59
PALLAS	1771 Dec.	Krasnojarsk	111 —	58½
— —	1772 Dec.	Irkuzk	122 —	52
HUTCHINS	häufig 1774	Hudsonsbai	75 westl.	58
ELTERLEIN	1780 Jan.	Witegorsk	54 östl.	61
TÖRNSTEIN	1782 Jan.	Schweden	7 westl.	63½

Allein viel niedrigere Temperaturen und viel genauere Messungen derselben verdanken wir den beiden neuesten Rei-

1 In verschiedenen Jahrgängen des Annuaire. Ueber die in diesem und den beiden folgenden Abschnitten abgehandelten Probleme vergl. oben Art. *Temperatur* und Art. *Meer.* in Bd. VI.

Capitäne Franklin und Parry in die Nordpolargegenden.
…ry beobachtete z. B. auf der Melville-Insel (Länge 93°
…l., und Breite 75° nördl.) folgende Stände des Thermo-
…ers nach R.

	Höchster Stand	Niedrigster Stand	Mittlerer Stand
September 1819	+2°,4	— 14°,7	— 4°,3
October	— 6,4	— 26,7	— 15,9
November	—11,6	— 35,8	— 23,4
December	—11,6	— 34,4	— 24,1
Januar 1820	—15,8	— 35,3	— 27,7
Februar	—21,8	— 36,6	— 28,6
März	—11,6	— 32,0	— 22,4
April	0,0	— 28,5	— 18,0
Mai	+ 6,7	— 16,0	— 6,9
Juni	+ 8,6	— 1,8	+ 2,0
Juli	+12,6	0,0	+ 4,8
August	+ 5,8	— 4,5	+ 0,3

…us folgt für die Melville-Insel die mittlere jährliche Tem-
…ur gleich — 13°,6. Allein Parry hatte sehr oft zu be-
…en Gelegenheit, dafs die Nachbarschaft seiner beiden Schiffe
seine Thermometer um fast einen Grad erhöhte, so dafs
daher für die mittlere jährliche Temperatur jener Insel
…4°,6 R. annehmen kann. Diese Temperatur ist aber nahe
gröfsten Kälte gleich, die man in Wien seit mehr als ei-
Jahrhundert im Mittel beobachtet hat. In der Entfer-
…g von allen Gebäuden sah Parry sein Thermometer im
…uar des Jahrs 1819 auf jener Insel bis — 38° R. fallen.
vorhergehende Tafel zeigt zugleich, dafs auf der Insel
…ille das Quecksilber durch volle fünf Monate, vom No-
…ber bis März, gefrieren kann. Man sollte glauben, bei ei-
solchen Kälte müfste der Ort ganz unbewohnt seyn. Men-
…n haben sie auch daselbst nicht getroffen, aber dafür de-
…mehr Thiere. Die Jäger der beiden Schiffe, Hecla und
…er, die Parry commandirte, schossen während ihres Auf-
…lts in Winter-Harbour 3 Moschusochsen, deren jeder
400 Pfund Fleisch gab, 24 Rennthiere, 68 Hasen, 53
…e, 59 Enten und 144 Stück einer Art Rebhühner, die
…nmen 3766 Pfund Fleisch gaben. Uebrigens bemerkt
…ry, dafs ein mit Kleidern und Pelzen wohl bedeckter

Mensch in freier Luft bei einer Temperatur von — noch immer ohne grofse Unbequemlichkeit mehrere S verweilen kann, wenn er nicht still steht oder sitzt und kein Wind weht. Sobald aber nur ein leises Lüftch erhebt, fühlt man einen brennenden, stechenden Schm Gesichte, dem bald ein eigener lästiger Kopfschmerz fo es rathsam macht, eine mildere Temperatur und Sch dem Winde aufzusuchen, um bei Zeiten bösen Folg entgehen.

Die folgende Tafel giebt die thermometrischen Be tungen Parry's auf seiner zweiten Reise im Jahr 182 1823.

	Thermometerstand		
	Höchster	Niedrigster	Mittlerer
Juli 1821	8°,0	—1°,5	1°,7
August	7,3	— 1,8	2,2
September	4,6	— 5,5	— 0,5
October	0,2	—20,0	— 8,8
November	— 1,8	—23,3.	—10,9
December	—13,5	—27,3	—20,0
Januar 1822	—16,9	—31,0	—24,5
Februar	--16,0	—30,7	—25,4
März	— 8,5	—29,8	—19,4
April	— 1,5	—19,6	—11,9
Mai	6,4	—15,7	— 4,0
Juni	8,0	— 5,5	0,9
Juli	9,8	— 0,9	2,0
August	8,0	— 1,9	0,7
September	2,4	— 9,5	— 1,8
October	— 1,5	—18,4	— 8,7
November	—10,7	—28,6	—22,9
December	—18,7	—33,4	—18,6
Januar 1823	— 4,6	—34,4	—21,8
Februar	— 4,9	—33,4	—23,3
März	—12,6	—32,5	—23,1
April	0,0	—25,4	—15,1
Mai	7,9	—17,8	— 3,2
Juni	8,9	—10,7	0,2
Juli	12,0	— 0,9	3,6
August	10,3	— 3,6	2,6

lrei ersten dieser Beobachtungen wurden in der Hudsons-
Länge von Ferro 76° westl. und Breite 54 nördl.), die
folgenden in Winter-Island (Länge 65 westl., Breite
ördl.) im Norden der Hudsonsbai und die letzten elf auf
nsel Iglulik (Länge 64 westlich und Breite 69 nördl.) an-
lt. Diese Tafel giebt die mittlere jährliche Temperatur

Winter-Island . . — 10°,0 R.
Insel Iglulik . . . — 11,1

Tinter-Island fiel das Thermometer im Jahre 1822 nicht
m Frierpunct des Quecksilbers, in Iglulik aber gefror
s Metall in den Monaten December, Januar und Februar,
afs man die Temperatur der Luft nur durch Weingeist-
mometer messen konnte. Dessenungeachtet sind die Um-
ngen der Insel Iglulik, selbst mitten im Winter, von zahl-
en Eskimo-Horden bevölkert. Sie wohnen da in Hüt-
die sie aus dem harten Schnee erbauen, der von ihnen
h dem Sandsteine zugehauen und bearbeitet wird. Ca-
ı Franklin, der in den Jahren 1819 bis 1821 ebenfalls
Reise an der Nordküste America's unternahm, hat fol-
e Tafel geliefert.

	Thermometerstand				
	Höchster	Tiefster	Mittlerer	Länge westlich von Ferro	Breite
Sept. 1819	12°,9	—0°,9	6°,7	76°	55°
October	10,4	— 5,8	2,3	82	54
November	5,8	—23,3	— 7,3	84	54
December	3,6	—28,0	—12,8	84	54
Januar 1820	— 9,8	—33,8	—20,1	84	54
Februar	— 5,5	—29,5	—14,7	84	54
März	9,8	—24,0	— 8,8	84	54
April	20,0	—20,0	1,5	84	54
Mai	23,3	— 5,5	8,0	84	54
Juni	24,5	4,6	12,1	87	54
Juli	23,3	6,7	13,7	94	60
August	20,5	0,4	10,8	94	60
September	9,5	— 7,3	0,8	95	64,5
October	2,4	—12,0	— 4,0	95	64,5
November	— 3,3	—28,0	—14,5	95	64,5
December	—11,6	—39,9	—27,9	95	64,5
Januar 1821	— 5,5	—36,0	—20,4	95	64,5
Februar	—13,8	—36,9	—27,1	95	64,5
März	— 3,6	—36,1	—19,3	95	64,5
April	3,6	—28,6	—12,1	95	64,5
Mai	16,0	—10,7	— 0,2	95	64,5

Die zweite bis zehnte Beobachtung sind in der Gegend v Cumberland-House, die elfte und zwölfte zwischen den F Chypewyan und dem Fort Providence und die neun letzten dem Fort Enterprise angestellt worden. Aus ihnen folgt mittlere jährliche Temperatur von

Cumberland-House . . . — 0°,8
Enterprise . . . . — 7,4

Dieses sind einige der neuesten verläſslichen Kältegrade, zu unserer Kenntniſs gekommen sind. Gehn wir nun zu Extremen der bisher beobachteten Wärmegrade über. Es wird selten die Behauptung aufgestellt, daſs die Temperatur der hern nördlichen Gegenden im höchsten Sommer ungewöhn groſs und selbst gröſser als in den Tropenländern sey. Man dafür die sehr langen Sommertage und die kurzen schwü Nächte jener Gegenden angeführt. Bis zu einem gewissen B tengrade, nahe 55°, ist auch die Sommerhitze einige Wo

ıdurch in der That sehr grofs, wenigstens ist dieses der
l im südlichen Sibirien, dessen mittlerer Theil ringsum
it von allen Meeren absteht. Aber näher bei den Polen
t diese Erscheinung auf. PARRY fand für die Breite von
Graden den höchsten Thermometerstand nur + 10 bis
12 Grade. Am Aequator und zwischen den Wendekreisen
r sieht man das Thermometer häufig bis über + 30° stei-
ı und sich, was hier nicht übersehn werden darf, oft 6
8 Wochen in dieser Höhe erhalten, während es in den
dlicheren Gegenden seinen höchsten Stand gewöhnlich nur
ige Tage beibehält und dann schnell wieder sinkt. Auch
die mittlere Temperatur, und diese allein kann hier ent-
eiden, in den nördlichen Gegenden für die einzelnen Mo-
ə des Jahrs gar sehr von der der Tropenländer verschieden.
:h PARRY war z. B. die mittlere Temperatur des Julius auf
Melville-Insel im Jahre 1820 gleich + 4°,8, im Jahre 1819
r nur + 0°,9, während die mittlere Temperatur desselben
nats in Paris + 16° und in Wien + 19°,8 ist.

Hier folgt ein Verzeichnifs der vorzüglichsten höchsten
nperaturen, die man bisher im Schatten und in freier Luft
r der Erdoberfläche beobachtet hat.

Ort	Breite	Höchster Stand des Therm. R.	Beobachter
Aequator	0° 0′	+30°,8	v. HUMBOLDT
Surinam	5 38 N.	25,9	— —
Pondicheri	11 55 N.	35,9	LEGENTIL
Madras	12 13 N.	32,0	ROXBOURGH
Beit-al-Faki	14 31 N.	30,5	NIEBUHR
Martinique	14 35 N.	28,0	CHANVALLON
Manilla	14 36 N.	35,1	LEGENTIL
Madagascar	15 27 S.	36,0	— —
Guadeloupe	15 59 N.	30,8	LEPAUX
Veracruz	19 12 N.	28,5	ORTA
Philae in Aegypt.	24 0 N.	34,5	COUTELLE
Cairo	30 2 N.	32,2	— —
Bassora	30 45 N.	36,2	BEAUCHAMP
Paramatta	33 49 S.	32,9	BRISBANE
Cap. d. guten Hoffn.	33 55 S.	35,1	LACAILLE
Wien	48 12 N.	28,7	— —
Paris	48 50 N.	30,8	— —
Warschau	52 14 N.	27,1	DELSNE
Franecker	52 36 N.	27,2	VAN SWINDEN
Kopenhagen	55 41 N.	27,0	BUGGE
Stockholm	59 20 N.	27,6	RONNOW
Petersburg	59 56 N.	24,6	EULER
Island, Eyaford	66 30 N.	16,7	VAN SCHEELS
Hindoen, Norweg,	68 30 N.	20,0	SCHYTTE
Melville-Insel	74 45 N.	12,5	PARRY

G. Temperatur über und in dem Meere.

Anders verhält sich die Temperatur auf dem hohen Meere, vo sie unter allen Breiten, die dem Pole zu nahen Länder usgenommen, beinahe stets dieselbe ist und auch zwischen en Wendekreisen nie über + 24° R. steigt. Hier folgen ei-ige solche Beobachtungen, welche in grofsen Entfernungen om Festlande oder von Inseln gemacht worden sind.

Ort	Breite	Höchste Temperatur	Beobachter
Atlant. Ocean	0°	+21°,2 R.	Legentil
— —	4° 5′ N.	22,7	Bayley
— —	14 50 N.	23,0	Wallis
— —	9 16 N.	22,8	Dentrecasteaux
Molukkenmeer	10 42 S.	24,6	— —
Südmeer	0 11 N.	22,4	v. Humboldt
Chines. Meer	13 29 N.	23,3	Basil Hall
Mittell. Meer	39 12 N.	23,4	Gautier
— —	38 46 N.	23,2	— —
Schwarzes Meer	44 42 N.	23,5	— —

m Mittel aus allen diesen Beobachtungen findet man vom equator bis zu der Breite von 45° durchaus + 23°,2 R. Man at wohl auch Beobachtungen von + 27° und selbst mehr, ie auf der See gemacht sind, allein man hat stets nachwei-en können, dafs sie nur in engen Meeren oder in der Nähe on Küsten gemacht worden sind, oder endlich, dafs das hermometer an einem Ort des Schiffs angebracht war, wo er Reflex der Sonnenstrahlen von den Wänden des Schiffes ie Temperatur erhöhte. Man kann daher annehmen, dafs is zur Breite von 45° die Temperatur unmittelbar über dem leere nie über 24° R. gehe. Welches ist aber die Tempe-atur des Meerwassers selbst? Diese ist offenbar verschie-en, je nach der Tiefe der Wasserschichten. Wir sprechen ier nur von den obersten Schichten, für welche allein bis-er hinlängliche Beobachtungen vorliegen. Die folgende Ta-el giebt mehrere Beobachtungen der Temperatur des obersten leerwassers zur Zeit der gröfsten Jahreswärme.

Ort	Länge von Ferro	Breite	Höchster Thermometerstand	Beobachter
Atlant. Ocean	0°	7°N.	+ 21°,6 R.	BAYLEY 1772 Aug.
Südmeer	40,8 O.	18 S.	23,2	- - 1773 Aug.
Atlant. Ocean	44 W.	4 N.	22,7	- - 1774 Mai
— —	2 W.	6 N.	23,1	CHURRUCA 1788 October
— —	10 W.	2 S.	22,9	QUEVEDO 1803 Apr.
Atlant. Ocean	5 W.	7 N.	23,1	RODMAN 1803 November
— —	3 W.	0	22,6	PERRINS 1804 März
— —	41 O.	4 N.	23,0	JOHN DAVY 1816 Mai
— —	6 W.	5 N.	22,1	LAMARCHE 1816 Mai
Chines. Meer	31 O.	13 N.	23,3	BASIL HALL 1816 Juli
Atlant. Ocean	4 W.	7 N.	21,9	BAUDIN 1816 Juli
Meer v. Ceylon	95 O.	2 N.	23,3	JOHN DAVY 1816 August
Atlant. Ocean	0	10 N.	23,3	LAMARCHE 1816 October
Indisches Meer	111 O.	1 N.	23,7	BAUDIN 1816 Nov.
Nördl. von Sumatra	118 O.	5 N.	23,1	BASIL HALL 1817 März

Diese Beobachtungen zeigen, daſs die obern Schichten des Meerwassers zwischen den Wendekreisen nie eine höhere Temperatur als + 24° R. annehmen. Dieses gilt aber nur von der hohen See, nicht von der Gegend nahe am Ufer des Festlandes oder den Inseln. Aus allem Vorhergehenden zieht Arago folgende Resultate:

I. An keinem Orte der Erde und in keiner Jahreszeit kann das Thermometer den + 37sten Grad R. erreichen, wenn es zwei oder drei Klafter über dem Erdboden im Schatten aufgehängt und auch gegen den Reflex der Sonnenstrahlen geschützt ist.

II. Auf der freien See aber erreicht die Temperatur der Luft an keinem Orte und in keiner Jahreszeit den + 24sten Grad.

III. Auch die Temperatur des obersten Meerwassers zwischen den Wendekreisen ist nie über + 24°.

IV. Die zwei Extreme der Wärme und der Kälte, die
ın bisher mit einem in freier Luft aufgehängten Thermome-
beobachtet hat, sind
+ 36°,2 von Beauchamp in Bassora beobachtet
d
— 40,0 von Cap. Franklin in Fort Enterprise beobachtet.
Bemerkt man noch, dafs mehrere Körper, wie Wolle,
hnee u. dgl., wegen der strahlenden Wärme bei heiterem
immel eine um 8 oder 10 Grade tiefere Temperatur als die
umgebende Luft annehmen, so läfst sich der tiefste Ther-
ometerstand, den man bisher auf der Oberfläche der Erde,
enn die Kugel des Instruments auf dem den Boden be-
ckenden Schnee aufsteht, beobachtet hat, zu 50° R. anneh-
en. Dabei wird immer vorausgesetzt, dafs das Thermometer
Schatten und vor aller Einwirkung der Sonnenstrahlen ge-
hützt ist. Wenn man aber diese Instrumente der Sonne aus-
tzt und überdiefs ihre Kugel mit einer schwarzen Farbe
berzieht, so kann dadurch das Thermometer um nahe 10
rade höher gebracht werden. Unter solchen Umständen hätte
eauchamp in Bassora immerhin + 46° statt + 36° beobach-
n können, und sonach könnte man also die zwei bisher be-
bachteten Extreme der Temperatur zu + 46° und — 50° R.
nehmen. Wenn man mit solchen schwarz gefärbten und der
nmittelbaren Wirkung der Sonnenstrahlen ausgesetzten Ther-
ometern beobachten wollte, so würden auch alle bisherigen
ittleren Temperaturen um nahe 10 Grade gröfser werden
nd die mittlere Temperatur Wiens z. B. würde nicht mehr,
ie bisher, + 9°,5, sondern 19°,5 seyn. Daraus folgt aber
och nicht, dafs auch die mittleren Temperaturen aller ande-
n, den Sonnenstrahlen ausgesetzten Gegenstände ebenfalls
9°,5 betragen würde, da im Gegentheile viele derselben viel
ärmer seyn werden. So steigt die Temperatur des trocke-
en Sandes an den Ufern unserer Flüsse oder auf der Strafse
n Sommer, wenn er lange von der Sonne beschienen wird,
ft auf + 55 bis 60 Grad, während im Gegentheile das Was-
r der Flüsse, wenn es nur einige Tiefe hat, immer um 10
is 13 Grade kälter ist, als das Thermometer im Schatten
nzeigt.

II. Temperatur des Nordpols der Erde.

Es wäre ohne Zweifel sehr interessant, die mittlere Temperatur der beiden Pole unserer Erde zu kennen, allein für den Südpol fehlen uns alle und für den Nordpol nur nicht eben alle Data, um zu dieser Kenntniſs zu gelangen. Unsere Schiffer, selbst die unerschrockenen Parry und Franklin, sind bisher nur bis zu dem 82sten Grad der nördlichen Breite vorgedrungen, und so fehlen uns noch alle directe Beobachtungen der Temperatur an den Polen selbst. In dieser Lage müssen wir uns mit Muthmaſsungen und Hypothesen begnügen. Man kann aber im Allgemeinen nur zwei dieser Hypothesen aufstellen, von denen die eine den Nordpol der Erde mit Festland oder doch mit zahlreichen Inseln und die andere ringsum mit dem Meere umgiebt. Unter der ersten Voraussetzung kann man die Temperatur des Pols aus denjenigen Beobachtungen ableiten, die bisher in den höchsten Breiten von Nordamerica's Festlande gemacht worden sind. Diese Beobachtungen sind:

	Breite	mittl. jährl. Temp.
Cumberlandhouse,	54° 0′	— 0°,4 R.
Nain	57 12	— 2,4
Fort Enterprise	64 30	— 7,4
Winter-Island	66 12	— 10,0
Igloolik-Island	69 30	— 11,1
Melville-Island	75 0	— 14,8

Nehmen wir also an, daſs das Land von Nordamerica sich bis zum Pole hin erstreckt, entweder als unmittelbares Festland oder doch als ein Archipel vieler und einander nahe liegender Inseln, so lassen sich die vorhergehenden Beobachtungen sehr gut benutzen, um daraus die mittlere jährliche Temperatur des Nordpols abzuleiten. In der That steigt in der letzten Tafel die Kälte regelmäſsig genug mit der Breite. Nimmt man daher an, was unter jener Voraussetzung vorhandenen Festlandes sehr wahrscheinlich ist, daſs der Gang der Temperatur, den unsere Tafel von der Breite 54° bis 75° giebt, auch noch von 75° bis 90° gelte, so findet man daraus für die mittlere jährliche Temperatur des Nordpols der Erde — 25°,6 R. Nimmt man aber nach der zweiten Hypothese

, dafs der Pol ringsum von der See umgeben ist und dafs
; Festland, so wie die Inseln von Nordamerica, schon in
er beträchtlichen Entfernung vom Pole aufhören, so würde
n auf eine ähnliche Weise diejenigen Temperaturen be-
tzen können, welche bisher in so hohen Breiten zur See
ıbachtet sind. Diese Beobachtungen liefern uns besonders die
allfischfänger von Norwegen und Island, zwar nur sparsam
d auch wohl nicht mit der gröfsten Schärfe, aber doch, da
s übrige mangelt, für unsere Untersuchung willkommen.
ese Beobachtungen lassen sich in folgender kleinen Tafel
sammenstellen:

	Breite	mittl. jährl. Temp.
er bei den Shetland-Inseln	56° . .	+ 6°,8R.
er westlich von Christiania . .	60 . .	+ 3,9
afjord (Island)	66½ . .	+ 0,5
eer im Merid. von London . .	76⅘ . .	— 6,0
endas.	78 . .	— 6,7

reinigt man diese wenigen Beobachtungen, so gut es angeht,
eine Formel, und sucht man daraus die mittlere jährliche
mperatur des Nordpols, so findet man sie — 14°,4 R, also
°,2 geringer als nach der ersten Hypothese. Es ist zu be-
ıern, dafs uns noch die nöthigen Beobachtungen fehlen,
se interessante Frage zu beantworten. Arago, der das
rhergehende zusammengestellt hat, glaubt, dafs man sich
n der Wahrheit nicht sehr entfernen werde, wenn man die
ittlere jährliche Temperatur des Nordpols der Erde einst-
ilen, bis uns genauere Beobachtungen näher belehren, zu
20° R. annimmt. Ebenso grofs würde also auch wahr-
ıeinlich die *mittlere Temperatur des Weltraums* seyn, de-
ı oben schon öfter erwähnt worden ist. Fourier nahm
se Temperatur um volle 25 Grad niedriger an, indem er
— 45°,6 R. voraussetzt.

So unvollkommen die obige Bestimmung auch seyn und wahr-
ıeinlich noch lange bleiben mag, so dürfen wir doch hinzusetzen,
s wir in der Kenntnifs dieses Gegenstandes beträchtlich weiter
ommen sind, als man noch vor einem halben Jahrhunderte ge-
sen ist, wo der berühmte Astronom Tobias Mayer die
hauptung aufgestellt hat, dafs die mittlere Temperatur des

Pols gleich 0° seyn müsse, eine Aussage, die sich auf kein eigentlichen Beobachtungen gründete und die zuerst der bekannte Seefahrer Scoresby auf eine überzeugende Weise widerlegt hat.

I. Einflufs der Lage der grofsen Axe der Erdbahn auf die Temperatur der Erde.

Es wurde oben[1] gesagt, dafs die grofse Axe der Erdbahn sich in jedem Jahrhundert siderisch um 0,3276 Grade gen Ost bewege und dafs diese Bewegung nicht periodisch, sondern progressiv sey, so dafs in der Folge der Zeit diese Axe die ganze Peripherie des Kreises durchläuft. Nach dem a. a. O. Angeführten fiel diese grofse Axe der Erdbahn gegen das Jahr 4000 vor Chr. G. mit der Linie der Nachtgleichen zusammen, so dafs also die kleine Axe mit der Solstitiallinie coincidirte. Im Jahre 1250 nach Chr. G. war die Länge des Periheliums der Erde, die vor 5250 Jahren gleich Null war, bis zu 90 Grad angewachsen; im Jahr 6500 nach Chr. G. wird diese Länge 180 Grade betragen und erst in 21000 Jahren nach jener ersten Epoche wird diese Länge des Periheliums wieder gleich Null seyn. In dem gegenwärtigen Jahrhunderte, wo die Länge des Perihels der Erdbahn nur 10 Grade mehr als 90° beträgt, ist die Stellung der Erdbahn gegen die Gestirne nahe die, welche oben[2] abgebildet ist, wo P das Perihelium, A das Aphelium der Erdbahn, also AP die grofse und sehr nahe MN (wegen der geringen Excentricität) die kleine Axe der Erdbahn bezeichnet. In diesem Jahrhunderte durchläuft also die Erde während der Sommermonate der nördlichen Hemisphäre, d. h. während der Zeit von der Mitte des März bis zur Mitte des September den Bogen MAN und während der sechs andern Wintermonate den Bogen MPN. Der erste Bogen ist beträchtlich gröfser als der zweite, und in dem ersten ist überdiefs die Geschwindigkeit der Erde in der Gegend der Sonnenferne geringer, als in der zweiten. Die Er-

1 S. Art. *Sonnennähe*. Bd. VIII. S. 880.
2 S. Art. *Sonnennähe*. Bd. VIII. Fig. 835.

raucht demnach mehr Zeit, den Sommerbogen MAN zu chlaufen, als sie gebraucht, den Winterbogen MPN zu- kzulegen, oder der Sommer, in der obigen Bedeutung des rts, ist jetzt um nahe sieben Tage länger als der Winter. ein wenn in der Folge der Zeiten das Perihel P über den gen PM hinaus bis in die Gegend von A vorgerückt seyn r wenn die Länge des Perihels 270 Grade betragen wird, werden umgekehrt die Sommer der nördlichen Hemisphäre zer seyn als die Winter. Dann werden wir zur Zeit der te des Sommers zugleich der Sonne am nächsten stehn, hrend wir jetzt im höchsten Sommer am weitesten von ihr fernt sind; dann werden wir im höchsten Sommer nur 28000 geogr. Meilen entfernt seyn, während wir jetzt zu selben Jahreszeit 21229400 Meilen von ihr abstehn. Diese eutende Differenz von 701400 Meilen könnte allerdings z andere Wärmeverhältnisse für unsere Halbkugel herbei- ren, als die gegenwärtigen sind, und es wird daher an- nessen erscheinen, diese Verhältnisse näher zu unter- hen.

Wir haben oben[1] die Gleichungen gegeben, welche zwi- en

der wahren Anomalie v,
der mittleren - - m,
der excentrischen - u

l zwischen dem Radius Vector r statt haben. Ist nämlich a halbe grofse Axe der elliptischen Bahn irgend eines Pla- en und ae die Excentricität derselben, so hat man

$$m = u - e\,\mathrm{Sin.}\,u,$$

$$\mathrm{Tang.}\tfrac{1}{2}v = \mathrm{Tang.}\tfrac{1}{2}u \,.\sqrt{\frac{1+e}{1-e}}$$

l

$$r = a(1 - e\,\mathrm{Cos.}\,u).$$

ein hier und auch sonst oft braucht man nicht sowohl diese lichen Gröfsen m, v, r.., als vielmehr ihre unendlich klei- Veränderungen, daher wir die letzten hier vollständig theilen wollen. Differentiirt man den vorhergehenden Aus- ck für Tang. $\tfrac{1}{2}v$ in Beziehung auf alle drei in ihm enthalte-

---

1 S. Art. *Mittlerer Planet.* Bd. VI. S. 2313.

nen Gröfsen ν, u und e, so erhält man, wenn man der Kürze wegen $e = \text{Sin.}\,\varphi$ setzt, wo φ der Excentricitätswinkel genannt wird,

$$\frac{\partial u}{\text{Sin.} u} = \frac{\partial \nu}{\text{Sin}\ \nu} - \frac{\partial \varphi}{\text{Cos.}\,\varphi}$$

und ganz ebenso giebt auch die erste jener Gleichungen

$$m = u - e\ \text{Sin.}\,u$$

die folgende Differentialgleichung

$$\partial m = (1 - e\,\text{Cos.}\,u).\,\partial u - \text{Sin.}\,u\,\text{Cos.}\,\varphi\,.\,\partial\varphi.$$

Eliminirt man aus diesen zwei Ausdrücken die Gröfse ∂u, so erhält man

$$\text{(I)} \ldots\ \partial m = \frac{r^2 \partial \nu}{a^2 \text{Cos.}\,\varphi} - \frac{r(a + r - a e^2)}{a^2\,\text{Cos.}^2\varphi}\ \text{Sin.}\,\nu\,.\,\partial\varphi$$

und ebenso ist auch

$$\text{(II)} \ldots\ \partial \nu = \frac{a^2}{r^2}\text{Cos.}\,\varphi\,.\,\partial m + \frac{(2 + e\,\text{Cos.}\,\nu)}{\text{Cos.}\,\varphi}\ \text{Sin.}\,\nu\,.\,\partial\varphi$$

und endlich

$$\text{(III)} \ldots\ \partial r = \frac{r}{a}\partial a + a\,\text{Tang.}\,\varphi\,\text{Sin.}\,\nu\,.\,\partial m - a\,\text{Cos.}\,\varphi\ \text{Cos.}\,\nu\,.\,\partial\varphi$$

und dieses sind die drei gesuchten Gleichungen, die zuerst Gauss in seiner *Theor. mot. corp. coel.* gegeben hat. Zu unserem gegenwärtigen Zwecke genügt schon der erste Theil der Gleichung (II), nach welchem man nämlich hat

$$\partial \nu = \frac{a^2}{r^2}\sqrt{1 - e^2}.\,\partial m$$

und dieser Ausdruck giebt die wahre Winkelgeschwindigkeit des Planeten, wenn die mittlere Winkelgeschwindigkeit, d. h. wenn die Umlaufszeit desselben bekannt ist. Da in diesem Ausdrucke a, $\sqrt{1 - e^2}$ und ∂m constante Gröfsen sind, so sieht man, dafs die wahre Winkelgeschwindigkeit des Planeten in jedem Puncte seiner Bahn sich verkehrt wie das Quadrat des Radius Vector r verhält.

Allein ganz ebenso wird sich auch die Wirkung der Wärme verhalten, welche die Erde unmittelbar von den Sonnenstrahlen erhält, wenn anders die Wärme gleich dem Licht von der Sonne nach allen Seiten strahlend gleichförmig ausströmt. Daraus folgt demnach, dafs der augenblickliche Zu-

chs der Wärme, den die Erde von der Sonne erhält, sich
au so, wie die wahre Winkelgeschwindigkeit der Erde
halte, oder dafs die Erde in allen Puncten ihrer Bahn glei-
n Wärmezuwachs während derselben Zeit erhält, in wel-
r sie denselben Winkel (z. B. von einem Grade) um die
ne zurücklegt. Ist also PMAN die Erdbahn, F einer ih- Fig. 42.
Brennpuncte, in welchem sich die Sonne befindet, und
die grofse Axe dieser elliptischen Bahn, und zieht man
ch den Brennpunct F die gerade Linie MFN in irgend ei-
willkürlichen Richtung, so ist der Winkel, welchen der
lius Vector der Erde um den Punct F auf beiden Seiten
Linie MFN zurücklegt, gleich 180 Graden, und da so-
h diese Winkel gleich sind, so ist auch der Wärmezu-
hs auf der einen so wie auf der andern Seite der Linie
'N derselbe, d. h. die Erde wird von der Sonne ganz den-
en Wärmezuwachs erhalten, während sie den Bogen NPM,
während sie den Bogen MAN zurücklegt, obschon jener
en viel kleiner ist, als dieser, und obschon überdiefs jener
en NPM, da er das Perihel in sich enthält, mit einer
sern Geschwindigkeit, also auch in einer viel kürzern Zeit
der Erde zurückgelegt wird, als der andere Bogen MAN,
das Aphelium A enthält. Es mufs nämlich der Wärme-
achs, der in der kürzeren Zeit durch den Bogen NPM
hat, wieder durch die gröfsere Nähe der Sonne F bei
em Bogen ersetzt werden, um den gesammten Wärmezu-
hs in dem einen Bogen dem in dem anderen ganz gleich
machen.

Setzt man, um den Gegenstand noch einfacher darzustel-
die Erde in M, so ist die wahre Anomalie v derselben
h dem Winkel PFM und der Radius Vector r dersel-
gleich der Linie FM. Wenn nun die Erde während ei-
gegebenen Zeit, z. B. während eines Tages, den Bogen
durchläuft, so steht die dazu erforderliche Zeit, nach
bekannten zweiten Gesetze Kepler's, im Verhältnifs zu
elliptischen Sector FMP, d. h. also im Verhältnifs von
?v. Allein die Dichte der Sonnenstrahlen verhält sich
ehrt, wie das Quadrat der Entfernung derselben von der
e, also wie $\frac{A}{r^2}$, wo A irgend eine constante Gröfse ist.
steht auch die Menge der Sonnenstrahlen, d. h. die

Wärmemenge $\partial . W$, welche die Erde von der Sonne in der Zeit erhält, während welcher die Erde den Bogen Mm zurücklegt, in dem Verhältnifs

$$\partial . W \frac{A}{r^2} . \frac{1}{2} r^2 \partial \nu = \frac{1}{2} A \partial \nu,$$

also auch, wenn man diese Gleichung integrirt,

$$W = \frac{1}{2} A . \nu$$

oder die Wärmemenge, welche die Erde von der Sonne, während jene den Bogen PM durchläuft, zu dem die wahre Anomalie $PFM = \nu$ gehört, erhält, ist dieser wahren Anomalie proportional. Die Erde erhält also dieselbe Wärmemenge, während sie durch den Bogen PM geht, als sie in dem Bogen AN erhält, da beide Bogen zu demselben Winkel $PFM = NFA$ gehören, und dasselbe gilt auch von den Bogen MA und NP, so wie von den Bogen MAN und NPM wie zuvor.

K. Einflufs der Excentricität der Erdbahn auf die Temperatur der Erde.

Anders verhält es sich mit der Excentricität einer Planetenbahn, wenn die Aenderungen, welche künftige Jahrhunderte in derselben hervorbringen, so bedeutend sind, dafs dadurch die Verschiedenheit der Ellipse von einem Kreise merklich geändert werden sollte. Es ist schon oben[1] bemerkt worden und wir werden später (Artikel *Weltsystem*) wieder auf diesen wichtigen Gegenstand zurückkommen, daſs der Urheber der Natur mehrere sehr merkwürdige Einrichtungen getroffen hat, welche offenbar auf die *längere Dauer des Sonnensystems* Bezug haben. Alle *Störungen*, und sie sind offenbar bei der gegenwärtigen Einrichtung des Systems unvermeidlich, werden, wenn sie immer in derselben Richtung fortgehn, auf endliche Unordnungen, vielleicht auf die völlige Zerstörung des Ganzen führen. Die gefährlichste aller dieser Störungen wäre ohne Zweifel die der grofsen Axe, oder, was nach dem dritten Gesetze KEPLER's dasselbe ist, die Störung der siderischen Umlaufszeit eines Planeten. Alle

1 S. Art. *Sonnennähe.* Bd. VIII. S. 879.

tiefsten analytischen Untersuchungen haben gezeigt, dafs
ses Element, und dieses allein, keiner Störung unterworfen
Nach dieser Perturbation kommen die der Excentricität
l der Neigung der Planetenbahnen, die ebenfalls, wenn sie
mer in demselben Sinne fortgehn, wenn z. B. die Ex-
ntricität einer Bahn immer wachsen und die Neigung der-
ben immer abnehmen sollte, grofse und selbst verderbliche
ordnungen des ganzen Systems in der Folge der Zeiten un-
meidlich machen würden. Allein auch hier haben ebenso
öne als scharfsinnige theoretische Untersuchungen gezeigt,
s diese Störungen wohl allerdings statt haben, dafs sie aber
progressiv, sondern nur periodisch seyn können, und dafs
rdiefs die Veränderungen, welche in diesen Perioden statt
en, bei allen Planeten ohne Ausnahme nur sehr gering
l, während im Gegentheile jene Perioden selbst sehr lang
l und viele Jahrtausende umfassen. Nur die Lage der
sen Axe der Bahn oder, was dasselbe ist, die Länge des
ibeliums macht davon eine merkwürdige Ausnahme, da ihre
rungen in der That nicht periodisch, sondern wahrhaft
gressiv sind, oder da, mit andern Worten, das Perihe-
n nach und nach die ganze Peripherie des Kreises umän-
, wie wir schon oben[1] bei der Erdbahn gesehn haben.
in man sieht auch leicht, dafs diese Lage der grofsen Axe
Himmelsraume in Beziehung auf die Erhaltung des grofsen
tems eine in der That sehr gleichgültige Sache ist. Da
lich die Bahnen der Planeten sämmtlich sehr nahe kreis-
mig sind und da überdiefs mit Ausnahme der vier neuen
neten diese Bahnen durch sehr grofse Zwischenräume von
nder getrennt sind, so kann es für die Dauer des Sy-
s durchaus nicht von bedeutender Folge seyn, ob die
se Axe der Bahn diesem oder einem anderen Puncte des
mels zugewendet ist. Aus diesen Ursachen scheint dem-
die Richtung dieser Axe bei allen Planeten frei gegeben
ihre Bewegung unbegrenzt gemacht worden zu seyn.
Dieselbe ungehinderte Bewegung der grofsen Axe der
hat aber auch, wie wir so eben (Abschnitt I) gesehn
n, auf die mittlere Temperatur der Planeten, so weit die-
von der Einwirkung der Sonne abhängt, keinen Einflufs.

---

1 S. Art. *Sonnennähe*. Bd. VIII. S. 881.

Nicht so aber die *Excentricität,* wenn auch diese ohne Aufhö-
ren wachsen oder abnehmen könnte, wie wir sogleich näher
zeigen wollen. Wir gehn der Kürze wegen von einem be-
kannten Satze aus, den zuerst Herschel d. Jüngere[1] gehörig
bewiesen hat, dafs nämlich der Zuwachs der mittleren Wärme
(so wie auch der der Beleuchtung) eines Planeten von der
Sonne, alle anderen Umstände gleich gesetzt, sich verhalte
wie die kleine Axe der Planetenbahn verhalte, wenn näm-
lich die grofse Axe, wie wir nach dem Vorhergehenden vor-
aussetzen, ungeändert bleibt. In der That sieht man auch so-
gleich ohne Rechnung, dafs unsere Erde z. B. viel mehr
Wärme von der Sonne erhalten würde, wenn die Excentrici-
tät ihrer Bahn so grofs, d. h. wenn bei derselben grofsen
Axe ihre kleine Axe so klein wäre, dafs die Erde jedesmal
zweimal im Jahre nahe bei der Oberfläche der Sonne vorbei-
geführt würde, so dafs sie dieselbe beinahe streifen müfste.
Allein es ist bereits oben[2] gesagt worden, dafs die Excentri-
citäten aller Planetenbahnen jetzt nur sehr kleine Theile ihrer
grofsen Axen und dafs sie überdiefs nur sehr geringen und
zwar periodischen Aenderungen unterworfen sind, so dafs die-
selben zwar mehrere Jahrtausende hindurch z. B. zunehmen,
aber nur bis zu einer gewissen, dem mittleren Werthe sehr
nahen Grenze zunehmen können, worauf sie dann sofort wie-
der kleiner werden müssen, so dafs demnach diese Excentri-
citäten nie einen beträchtlich gröfseren Theil ihrer grofsen Axe
bilden können, als derjenige ist, den sie in unseren Tagen
bilden. Für die Erdbahn z. B. geben die astronomischen Be-
rechnungen folgende Resultate. Die Excentricität der Erdbahn
war um das Jahr 11400 vor Chr. G. in ihrem gröfsten Wer-
the und betrug damals 0,0196 der halben grofsen Axe der
Bahn. Von jener Zeit nimmt sie durch 48300 Jahre stets ab,
wie sie denn jetzt nur nahe gleich 0,0168 ist; aber erst am
Ende dieser langen Periode von 483 Jahrhunderten wird sie
ihren kleinstmöglichen Werth 0,0039 erreichen und dann von
dieser Zeit an wieder durch eine nahe ebenso lange Periode
wachsen, bis sie jene erste Gröfse 0,0196 erreicht, worauf sie
wieder abnehmen wird u. s. w. Da sonach die Excentrici-

1 Geological Transactions for the Year 1832.

2 S. Art. *Sonnennähe.* Bd. VIII. S. 879.

r Erdbahn (und dasselbe gilt auch von allen ältern, d. h., öfseren Planeten unseres Sonnensystems) immer nur klein yn und bleiben wird, so kann ihre Aenderung auch die erhältnisse der mittleren Temperatur auf der Oberfläche der rde nicht bemerkbar verändern. Die Bahn unserer Erde mmt also seit einer Zeit, die weit über den Anfang unserer enschengeschichte hinausreicht, einem Kreise immer näher, il ihre Excentricität stets abnimmt, während ihre grofse Axe eselbe bleibt, weil ihre kleine Axe stets wächst und der veränderlichen grofsen Axe immer näher kommt. Da nun ch dem Vorhergehenden die jährliche Wärme, die wir von r Sonne empfangen, sich wie verkehrt die kleine Axe der hn verhält, so nimmt allerdings die Wärme der Erde, so it sie eine Folge der Einwirkung der Sonne ist, schon seit len Jahrtausenden ab und wird noch eine ebenso lange Zeit eiter abnehmen. Allein diese Excentricität, also auch diese ärme, nimmt so ungemein langsam ab, dafs wir mehr als 000 Jahre bedürfen, damit diese Abnahme an unsern Ther-ometern nicht etwa bedeutend grofs, sondern nur eben noch merkbar werden kann.

Nehmen wir, um dieses näher zu zeigen, diese Verände-ng der Excentricität der Erdbahn, die jetzt 0,0168 ist, so deutend an, dafs sie einmal in der Folge vieler Jahrtau-de so grofs, wie die der Pallas-Bahn, dafs sie also 0,25 er halben grofsen Axe werden könne. Dafs diese Annah-e ganz unwahrscheinlich, ja unmöglich sey, haben wir so en gesehn. Dessenungeachtet wollen wir die Wärmeän-rung suchen, die eine so gewaltsame Aenderung der Excen-cität zur Folge haben könnte. Ist b die halbe kleine Axe d e die Excentricität der Erdbahn, die halbe grofse Axe als heit vorausgesetzt, so hat man bekanntlich

$$b = \sqrt{1 - e^2}.$$

r gegenwärtige Werth von $e = 0{,}017$ giebt

$$b = 0{,}99985 \text{ und } \frac{1}{b} = 1{,}000144.$$

r supponirte spätere Werth von $e' = 0{,}25$ aber giebt

$$b' = 0{,}96824 \text{ und } \frac{1}{b'} = 1{,}03240.$$

mnach hat man

$$\frac{1,03240 - 1,000144}{1,000144} = \frac{0,0323}{1,000144}$$

und da der letzte Bruch nahe $\frac{1}{100}$ ist, so folgt, daſs durch jene
enormen Zuwachs der Excentricität der Erdbahn der *mittl*
jährliche Zuwachs der Sonnenwärme auf der Erde doch nu
$\frac{3}{100}$ seiner gegenwärtigen Gröſse betragen würde. Dann wür
den also alle mittlere Temperaturen, wie wir sie je
für die verschiedenen Orte der Oberfläche der Erde kenne
um $\frac{3}{100}$ ihres Betrags gröſser werden und die mittlere Tem
peratur Wiens z. B., die jetzt + 9°,5 R. ist, würde da
+ 9°,78, d. h. also, wir würden die beiden Temperatur
nicht nur durch unser Gefühl, sondern selbst durch uns
besten Thermometer nur mit Mühe unterscheiden. Bloſs
Hitze einiger einzelnen Tage des Jahres würde dadurch b
trächtlich verändert werden. Die Tage des Julius würden
wärmer als jetzt, die des Januars aber auch viel kälter se
Jetzt nämlich ist die gröſste und kleinste Distanz der Son
von der Erde 1,017 und 0,983, also ihre Differenz 0,
oder nahe $\frac{1}{30}$ der mittleren Distanz. Bei einer Excentric
von 0,25 aber würde die gröſste und kleinste Distanz 1,25 u
0,75, also ihr Verhältniſs

$$\frac{1,25}{0,75} = 1,666 \text{ oder nahe } \frac{5}{3}$$

seyn. In diesen Distanzen von 5 und 3 aber würden sich d
Intensitäten der Erwärmung und der Erleuchtung der E
von der Sonne verhalten, wie

$$\frac{1}{5^2} \text{ zu } \frac{1}{3^2},$$

das heiſst, nahe wie 1 zu 3, oder bei der neuen Excentric
von 0,25 würde die Erwärmung der Erde durch die Son
aber nur in den höchsten Sommertagen, sehr nahe derjenig
gleich zu achten seyn, die statt haben würde, wenn drei
serer Sonnen zu gleicher Zeit im Mittag in unserem Sch
ständen.

L.

Thau.

Ros; Rosée; *Dew.*

A. Erscheinungen.

Unter Thau versteht man diejenige wässerige Flüssigkeit, lche des Nachts zwischen Sonnenuntergang und Sonnenauf-ng, im Ganzen am reichlichsten vor Mitternacht, zuweilen on vor Sonnenuntergang und noch nach Sonnenaufgang, an chatteten Orten, hauptsächlich auf Gräsern und Pflanzen, Allgemeinen aber auf allen mit der Erde in Berührung r in der Nähe ihrer Oberfläche befindlichen Gegenständen dergeschlagen wird. Die Flüssigkeit besteht aus reinem asser mit etwas aus der Luft aufgenommener Kohlensäure l enthält schwerlich noch sonstige im Regen ausnahmsweise ndliche Substanzen, wie dieses aus den Untersuchungen n Lampadius[1] überzeugend hervorgeht und aufserdem aus Natur dieser in der Nähe der Erdoberfläche gebildeten issigkeit von selbst folgt. Die Thaubildung unterscheidet h von den übrigen Hydrometeoren, die tropfbar flüssiges asser geben, vom Regen durch die Feinheit des Nieder-lages, welcher nie in Tropfen herabfällt, und vom Nebel durch, dafs der Thau vor der Ansammlung auf den Gegen-inden unsichtbar ist oder dafs die Luft, aus welcher der au herabfällt, ihre gewöhnliche Durchsichtigkeit nicht merk-verliert. Es ereignet sich indefs nicht selten, dafs der Thau gebende Niederschlag des atmosphärischen Wasser-npfes in der nahe über der Erdoberfläche befindlichen Luft-icht in einer die Durchsichtigkeit der Luft aufhebenden nge gebildet wird. Es entsteht dann eine nahe über der loberfläche schwebende, etwa 1 bis höchstens 10 Fufs Dicke eichende, an ihrer oberen und unteren Grenze allmälig ver-

1 Versuche und Beobachtungen u. s. w. Berl. 1793. S. 64. Wenn Edinb. New Phil. Journal N. XXVI. p. 368. ohne Angabe der elle behauptet wird, der Morgenthau sey in der Gegend von Rot-lam nicht klar, sondern von salbenartiger Consistenz, so beruht ses auf Täuschung.

schwindende Nebelschicht, die sich nach allgemeiner Erfah-
rung[1] bald nach Sonnenuntergang hauptsächlich über feuchte
Wiesengrunde bildet und nach kürzerer oder längerer Zeit, oft
erst nach Sonnenaufgang, wieder verschwindet. In diesem Fall
geht die Bildung des Thaues in die des Nebels über und die
Grenze beider ist schwer mit Genauigkeit zu bestimmen. Wenn
die in der genannten Nebelschicht vorhandene Feuchtigkeit so
wenig dicht ist, dafs sie auf den unter ihr befindlichen Ge-
genständen in ungleicher Menge nach den über die Bethauung
bekannten Gesetzen niederfällt, insbesondere aber wenn sie
über einer dünnen durchsichtigen Schicht schwebt, so kann
man die so gebildete undurchsichtige Schicht mit Recht dem
gemeinen Sprachgebrauche nach durch Thau bezeichnen, ist
sie aber dichter und fällt die Feuchtigkeit auf alle Gegenstände
ohne Unterschied in gleicher Menge nieder, dann gehört sie
zu den Nebeln[2].

Endlich mufs noch im Allgemeinen bemerkt werden, dafs
der Thau nur dann entstehn kann, wenn, abgesehn vom Ver-
halten der Erdoberfläche, die untere Luftschicht so weit ab-
gekühlt ist, dafs der in ihr enthaltene Wasserdampf nieder-
geschlagen wird. Derjenige Punct der Temperatur, welchen
das Thermometer in dem Augenblicke anzeigt, wenn dieser
Niederschlag erfolgt, heifst dann der *Thaupunct* (*dew-point*)
und ist derjenige, welcher durch das Hygrometer von Daniell
gefunden wird.

Dafs man schon in den ältesten Zeiten den Procefs des
Thauens und das Erzeugnifs desselben, den Thau, kennen
mufste, liegt in der Natur der Sache; indefs verdanken wir
den Alten keine wesentlichen Bestimmungen, indem nur die
Behauptung des Aristoteles[3], dafs der Thau blofs in hei-
teren, stillen Nächten in den unteren Schichten der Atmo-
sphäre gebildet werde und in kleinen Tropfen herabfalle, der
Beachtung werth scheint. Beim Erwachen der Wissenschaften

---

1 Vergleiche Kämtz Meteorologie Bd. II. S. 361.

2 Sehr zarte, des Abends am Horizonte sich zeigende Wolken
pflegt man *Thauwolken* zu nennen, weil man glaubt, dafs sie im Thau
niederfallend sich auflösen, da sie später in der Nacht verschwinden.
Ebenso nennt man auch ähnliche, am Morgen sich zeigende Wolken

3 Meteorol. L. I. Cap. X. De Mundo C. III.

wurde auch dieser Theil der Meteorologie auf eine aben-
erliche Weise aufgefafst, indem man glaubte, der Thau
nme aus grofsen Höhen, von den Sternen oder nach Vos-
s mindestens eine Meile hoch herab, weswegen man dem
aus erhaltenen Wasser allerlei sonderbare Eigenschaften bei-
te[1]. Christian Ludwig Gersten[2] war der Erste, wel-
r auf genauere Beobachtungen dieses Processes einige Schlüsse
te. Er bestritt das Herabfallen des Thaues und nahm statt
sen an, dafs er von der Erde aufsteige, namentlich von
Pflanzen und ihren Theilen, weil er sich sonst nicht an
Spitzen der Blätter in Tropfen anlegen könne, auch bilde
h Thau im Innern einer umgestürzten Glasglocke, fehle
gegen bei Gegenständen, die auf Metallplatten lägen. Eben-
se Folgerung entlehnte du Fay[3] aus seinen zahlreichen
rsuchen, indem er horizontale Glasplatten in verschiedenen
ihen aufhing, die unteren Flächen und die tiefsten Platten
stärksten benetzt fand, statt dafs die 31 Fufs hohen erst
einer halben Stunde feucht wurden. Aufserdem fand er die
rke des Niederschlags bei verschiedenen Körpern ungleich,
züglich grofs namentlich bei Glas und Porzellan, auch
ienen ihm die Farben einen Einflufs hierauf zu äufsern.
er auf einer Seite mit Folie belegtes Glas nicht bethauet fand,
lofs er hieraus auf einen Zusammenhang zwischen dem
aue und der Elektricität. Der fleifsige Musschenbroek[4]
llte, wie gewöhnlich, das ihm Bekannte zusammen und
rmehrte es durch eigene Versuche. Mit Boerhave glaubte
der Thau steige aus der Erde auf und enthalte allerlei
ffe. So hatte Henshaw[5] frisch gesammelten Maithau durch
leinenes Tuch filtrirt und von gelblicher Farbe gefunden,
noch aber faulte dieses Wasser in gläsernen Gefäfsen der
ne ausgesetzt nicht, in hölzernen aber eher als Regenwas-
Musschenbroek dagegen liefs das gesammelte Wasser
Thaues in einem gläsernen Gefäfse 24 Jahre stehn und

1 Gehler a. a. O. Th. IV. S. 289.

2 Diss. Roris decidui errorem antiquum et vulgarem per obs. et
r. nova excutiens. Francof. 1733. 8.

3 Mém. de Paris. 1736. p. 352.

4 Introductio. T. II. p. 2544.

5 Philos. Trans. N. III. p. 33.

alle Winter gefrieren, ohne dafs es sich im mindesten ver- derte. Ebenso fand TORB. BERGMANN das vorsichtig ges- melte Wasser des Thaues dem reinen Wasser an Farbe Geschmack völlig gleich, meinte aber dennoch, es ent- Salze, die das Gold zuweilen angriffen, doch glücke es n mehr, das darin enthaltene allgemeine Auflösungsmittel dar- herzustellen. Nach MUSSCHENBROEK's eigenen Versuchen s einiger Thau auf alle, anderer nur auf gewisse Körper fa ein Irrthum, welcher aus der oben bemerkten Verwechsel des Nebels mit dem Thau hervorging. Glas und Porze fand er neben trocknen Metallen und Steinen benetzt, den verschiedenen Arten Leder nahm frisches Kalbleder, rother und gelber Saffian am reichlichsten den Thau auf; DU FAY gefunden hatte, wurde eine Glasplatte neben e Metallplatte bethauet, während die letztere trocken blieb, eine über die Fuge beider gelegte Glasscheibe blieb au über dem Metalle liegenden Hälfte trocken. Polirtes Me in einem gläsernen Gefäfse blieb trocken, das Gefäfs nicht, und bei einem Stücke Glas in einem metallenen Ge trat das Gegentheil ein. Die Elektricität nahm auch e muthmafsliches Hülfsmittel an, die hinzukommend Ver pfung und entweichend Niederschlag bewirke. Seit M SCHENBROEK nahm man auch allgemein an, dafs der Thau 2 bis 3 Stunden nach Sonnenuntergang und an S nenaufgang falle und die Menge des Thaues in feuchten G genden, insbesondere aber in denjenigen Regionen am g ten sey, wo die kühlsten heiteren Nächte mit den heiße Tagen wechseln, wobei man sich auf die von SHAW im w sten Arabien gemachte Erfahrung stützte, dafs dort die R senden oft vom Thau gänzlich durchnäfst werden.

Die werthvollsten älteren Untersuchungen über den T haben wir von LE ROY[1]. Im Wesentlichen folgte er der mals herrschenden Ansicht von einer Auflösung des Wa in Luft und das Bethauen der Gegenstände ist ihm dem dem Beschlagen der Fenster bei eintretender äufserer K analog. Ist während des Tags der Erdboden und die ihn rührende Luftschicht durch die Sonne erwärmt, sinkt letz dann unter den Horizont, so erkaltet die dünnere Luft fr

1 Mém. de Paris 1751. p. 418.

lie Erde, die Ausdünstung der letzteren dauert fort, aber kalte Luft kann die Feuchtigkeit nicht aufnehmen und sie daher in Tropfen auf die Pflanzen zurück, wozu noch in der kalten Luft selbst niedergeschlagene Dampf kommt. ı Aufgange der Sonne wird umgekehrt die Luft zuerst er-nt und die in ihr enthaltene Feuchtigkeit fällt auf die Erde er, wozu noch kommt, dafs die erwärmte Luft aufsteigt und re an ihre Stelle tritt, die eine gleiche Menge von Dampf ınehmen nicht vermag. Hieraus folgt dann von selbst aufsteigende Thau am Abend und der niederfallende am gen, eine in ihrer ganzen Ausdehnung unhaltbare Hypo-:, wenn gleich der im Thau niedergeschlagene Wasser-of ursprünglich von der Erde hergegeben werden mufs.

Wegen der Einfachheit und allgemeinen Bekanntheit des ıomens an sich blieb man später bei den durch Mus-ENBROEK und Le Roy angegebenen Thatsachen stehn, die ärung wurde aber in den Kreis einer damals für höchst ıtig gehaltenen und vielfache Streitschriften veranlassenden ersuchung gezogen, nämlich über denjenigen Zustand, in :hem sich der expandirte Wasserdampf befinde, und wie er diesem wieder zur tropfbaren Flüssigkeit übergehe. Im emeinen glaubte man, das Wasser werde in der Luft auf-st und entziehe sich dadurch seinem Einflusse auf das Hy-ıeter, weswegen man sich des letzteren Apparates haupt-lich zur Prüfung der Erscheinungen bediente. De Saus-e[1], gleichfalls Anhänger der Auflösungstheorie, hielt es er für wichtig zu bemerken, dafs das Hygrometer im dik-Abendthau zuweilen den Punct der gröfsten Feuchtig-zeige, noch mehr aber im Morgenthau, und da in stillen hten nach Regentagen, bei heiterem und sternhellem Him-, die mit Wasser gesättigte Luft das Hygrometer stets auf Puncte der gröfsten Feuchtigkeit erhalte, so zeuge dieses ent für eine wirkliche Auflösung. Unter den eigenen Be-htungen dieses fleifsigen Forschers verdient also blofs Be-ıng, dafs die Luftelektricität während des Thauens zu-nt. Ein Gegner der Auflösungstheorie war de Luc[2].

1 Essais sur l'Hygrométrie. Ess. IV. §. 320. 325.

2 Neue Ideen über die Meteorologie. T. II. §. 545. 558. 830. r die Hygrometrie aus Phil. Trans. T. LXXXI. in Gren Journ. V. S. 300.

Nach ihm können die Wasserdämpfe nur bis zu einem
wissen, durch die Wärme bedingten Maximum in der
enthalten seyn, welches beim Thauen allezeit erreicht
Aus dem ungleichen Nafswerden der Pflanzen und sonst
Körper schlofs er, dafs verschiedene Ursachen hierbei
sam seyn müfsten. In einem Fasse ohne Boden, worin
verschiedenen Höhen Leinwand ausgespannt war, wurde
obere durch den Thau weit stärker benetzt; war ein
des Rasens mit Glasscheiben bedeckt, so wurde das bedeck
Gras ebenso feucht, als das unbedeckte, und die Scheiben
den sich an beiden Seiten benetzt, statt dafs sie etwa 1
hoch horizontal über dem Erdboden befindlich nur von
feucht wurden. Das Bethautwerden der Körper im Allgem
nen scheint ihm daher Folge des niedergeschlagenen Was
dampfes zu seyn, das Befeuchten der Pflanzen dagegen
gleichzeitig hiermit zu erfolgen, zugleich aber von der
che der Thaubildung und aufserdem von anderweitigen
sachen abzuhängen, die wohl mit dem Mechanismus der
getation in Verbindung stehn könnten. Die Benetzung
Glasscheiben an der unteren Fläche zeige überzeugend
Fortdauer der Verdunstung. Bei Tage könne die wärm
Luft mehr Feuchtigkeit enthalten und bleibe durch die
me mehr von ihrem Maximum entfernt, nach Sonnenunterg
dagegen verliere die Luft einen Theil ihrer Wärme, die Er
aber nicht, und die Ausdünstung dauere daher fort. Du
Abnahme der Wärme erreichen die Dünste das Maximum
rer Dichtigkeit, durch fortdauernde Ausdünstung überschre
sie dasselbe und die Thaubildung mufs eintreten. Das
grometer, namentlich aus einem spiralförmig geschnitten
Federkiele, gab folgende Resultate. 1) An hellen Aben
nach warmen Tagen wurde das Gras bethaut, obgleich
in 3 Fufs Höhe aufgehangene Hygrometer die ganze N
nicht über höchstens 55 Grade stieg. 2) Nahm der Thau
so dafs auch Kräuter und Stauden nafs wurden, so ging
Hygrometer hinauf, und kam es auf 80 Grad, so zeigten
auch Glastafeln und Scheiben, mit Oelfirnifs überzogen,
netzt, Metallplatten aber, hohe Gesträuche und Bäume
ben trocken. 3) Nahm die Feuchtigkeit noch mehr zu,
dafs das Hygrometer sein Maximum bis 100 Grad erreic
dann wurde jeder der Luft ausgesetzte Körper nafs. Der Th

ne also hiernach nicht von einem freiwilligen Niederschlage Luft herrühren, vielmehr müfsten bei einigen Körpern eithümliche Ursachen der Benetzung vorhanden seyn, deren findung er von der Verbesserung der Hygrometer erwar-. In Beziehung auf die Elektricität glaubte er, dafs der u einen Leiter abgebe, welcher die Elektricität der oberen t der unteren zuführe.

Auch Hube[1] hat das Problem des Thauens ausführlich, im Sinne der Auflösungstheorie behandelt. Hiernach bet der Thau nicht aus niedergeschlagenem Wasserdampfe, lern aus nicht aufgelösten Wasserbläschen, weil sich die rme nicht zeige, die den Niederschlag des Dampfes zu eiten pflege, und das Wasser des Thaues so unrein in Ver-:hung mit Regenwasser sey (?). Solche unaufgelöste chen könnten nur in Folge schneller Verdunstung bei nzen u. s. w. entstehn, statt dafs die langsame Verdamig bei grofsen Wasserflächen den Bläschen Zeit zur völli-Auflösung gebe. Daher thaue es in den gemäfsigten Zonur auf dem Lande, aber nicht auf dem Meere, statt dafs er heifsen überall Thau falle. Die Erkältung der Atmore fange von unten an, und daher würden von Körpern in chiedenen Höhen über einander die untersten vorzugsweise tzt und die Feuchtigkeit hänge sich am stärksten an die ren Flächen. Gegen Morgen erkalte auch die obere Luft, Bläschen senkten sich gegen die Erde und selbst ein schwa-Wind befördere ihre Anhäufung, während der Nacht aber kein Thau, weil sich dann die Bläschen schon hinläng-erhoben hätten. Den Thau auf Pflanzen hält er für keieigentlichen Thau, sondern nur für Schweifs aus den Gesen, welcher nicht an die Luft übergehe, er zeige sich : am stärksten auf bedeckten Pflanzen, welche dadurch ier erhalten würden, während die eingeschlossene Luft mit Feuchtigkeit überladen sey. Man ersieht hieraus, dafs : die Thatsachen nach seiner Theorie modificirte, statt 'actische zuvor genau zu ermitteln. Die Elektricität ist ihm bei der Thaubildung mehr bedingend, als irgend iderer Physiker annimmt. Es soll die positive Elektricität

[1] Ueber die Ausdünstung und ihre Wirkungen. Leipz. 1790. 8. 5. u. 36.

der Luft und der Bläschen durch Kälte verstärkt werden, un
so nähern sich die letzteren allen nicht elektrischen Körpe
und hängen an ihnen fest, so dafs ohne diese elektrische An
ziehung keine Thaubildung statt finden kann, wenn nam
lich am Tage die positive Elektricität der Luft schwach w
und Wolken sie ihr raubten. Nicht isolirte Leiter ziehn d
Bläschen an und rauben ihnen ihre Elektricität, polirte M
tallflächen dagegen nehmen die Feuchtigkeit nicht in sich a
und diese bleibt daher an der Luft zurück; isolirte Leiter d
gegen erhalten bald die Elektricität der Bläschen, sto
diese zurück und bleiben trocken, wie z. B. eine Me
platte auf Glas, die nicht blofs selbst trocken bleibt, s
dern auch einen schmalen sie umgebenden Rand der Glasp
gegen Benetzung schützt. Isolirte oder auf schlechten Le
ruhende Nichtleiter ziehn die Bläschen an, ohne ihre Ele
cität anzunehmen, und sie werden daher in Folge der e
trischen Anziehung und der Adhäsion fortdauernd be
wie man dieses bei Glas, Porzellan, Seide, Wolle u. s.
auf Holz und Glas wahrnimmt. Liegen aber die Nichtle
auf isolirten guten Leitern, so können sie auf der unte
Seite — E. annehmen, dadurch der Luft + E. entziehn,
die Bläschen abstofsen, und müssen trocken bleiben,
DU FAY an einer auf Glas liegenden Metallplatte wahr
Man ersieht bald, dafs HUBE weder die Thatsachen ge
beachtet, noch die Theorie mit hinlänglicher Schärfe in A
wendung gebracht hat, und dennoch fand seine Hypothese v
Verehrer.

Sie fand indefs einen gewiegten Gegner an LAMPADI
welcher während seiner Studienzeit in Göttingen theils
Auflösungs-Hypothese bekämpfte, theils durch eigene V
suche das angenommene elektrische Verhalten der Körper
des sie benetzenden Thaues widerlegte. Nach ihm we
die durch Wärme expandirten Dämpfe, die von der Erde
steigen, in der Luft zersetzt und legen sich dann als
bar flüssig an verschiedene Körper an. Die Ungleichhei
Bethauens der verschiedenen Körper suchte er durch Vers
zu bestimmen. Glasscheiben, in ungleichen Höhen a

1 Versuche und Beobachtungen über die Elektricität und W
der Atmosphäre. 1793. S. 64.

ngen, zeigten sich sämmtlich feucht, die tieferen und die
rizontalen am meisten. Bei einer 4 Quadratzoll haltenden
isscheibe, mit einem aufliegenden Stanniolblättchen von 2
adratzoll, auf abgeschnittenem Grase liegend, blieb das
nniol trocken, das unbedeckte Glas aber zeigte sich nafs,
auf einen das Stanniol umgebenden Raum von 7 bis 9 Li-
n; am Morgen aber war Alles bethaut, die Glasfläche je-
h auffallend stärker. Eine ganz mit Stanniol bedeckte
splatte, 0,5 Quadratfufs grofs, 4 Fufs über der Erde hori-
ital aufgehangen und mit einer darauf liegenden kleinen Glas-
eibe und einer Glasstange, zeigte sich am Morgen ganz
ken, die kleine Scheibe aber und die Stange waren be-
it. Ein anderes Mal zeigte sich auf der grofsen Platte,
leich sie über abgeschnittenem Grase lag, gar keine Feuch-
eit, während alle umher liegende Glasplatten stark bethaut
en, die kleinere Platte mit dem Stanniol war auf beiden
ten, so weit das Stanniol reichte, und auf der oberen dicht
diese herum nicht bethaut. LAMPADIUS scheint der Erste
esen zu seyn, welcher auf den wichtigen Temperatur-
erschied der Erde und der über ihr befindlichen Luft-
icht aufmerksam wurde. So fand er am 10ten Juli gleich
h Sonnenuntergang die Wärme der Luft 17° R., die der Erde
19°,7, später für erstere 17°, für letztere 15°, am Mor-
aber 9° und 12°. Am 23. Juli war nach Sonnenuntergang
Temperatur der Luft 8°, die der Erde 11°,5. Am 11. Juli
en nach Sonnenuntergang beide Temperaturen gleich, näm-
18°, und etwas später um 10 Uhr wichen sie nur um
von einander ab, am Morgen aber war auch dieser Un-
hied verschwunden und es hatte die Nacht gar nicht ge-
t, wie denn auch das Hygrometer nur um 9° weiter zur
htigkeit gegangen war. Warum Metalle vom Thau frei
en, glaubte LAMPADIUS nicht entziffern zu können, doch
htigten ihn seine Versuche, dieses nicht der Elektricität
messen.

Alles in Beziehung auf die Thaubildung, mindestens in
and, Bemerkenswerthe ist von WELLS[1] in einem solchen

An essay on Dew and several appearances connected with it.
ILL. CHARL. WELLS. Sec. edit. Lond. 1815. W. C. WELLS Ver-
über den Thau und einige damit verbundene Erscheinungen.

Umfange beobachtet, dafs kaum noch eine höchst spärliche Nachlese in diesem Gebiete übrig bleibt, wie dieses ganz allgemein angenommen wird, wenn auch die darauf gebaute Theorie von einigen, wiewohl sehr wenigen Physikern in Zweifel gezogen worden ist, und es versteht sich daher von selbst, dafs sowohl die Thatsachen als auch die daraus entnommene Theorie hier ausführlich mitgetheilt werden. In wolkigen und wi digen Nächten fällt kein Thau, dagegen ist die Menge desselben der Heiterkeit des Himmels proportional, wenig scheint gänzliche Windstille nothwendige Bedingung, inde vielmehr ein gelinder Luftzug zuweilen befördernd zu wirk scheint. Das Thauen beginnt schon vor Sonnenuntergang, j doch ohne Bildung eigentlicher Tropfen, und ebenso dauert Morgens nach Sonnenaufgang fort, jedoch kürzere Zeit als a Abend, an schattigen und geeigneten Stellen aber dann gera am stärksten. Dafs der Niederschlag die ganze Nacht h durch fortdauere, bewiesen einzelne Stücke Wolle, die v Stunde zu Stunde in thaureichen Nächten ausgelegt wurd durch ihre Gewicht-Vermehrung. Im Ganzen gleicht die thauung genau dem Absetzen des etwas wärmeren Wass dampfes auf kälteren Körpern, indem zuerst ein feiner Ueb zug gebildet wird, aus welchem allmälig gröfsere und im gröfsere Tropfen entstehn. Nach vorausgegangenem Reg und bei feuchten Winden ist unter übrigens gleichen Umst den die Thaubildung am stärksten, und so scheint auch, üb einstimmend mit einer Bemerkung von De Luc[1], ein nied ger Barometerstand befördernd zu wirken. Im Frühling noch mehr im Herbst ist die Menge des Thaues am stärkst vorzüglich in hellen Nächten, denen am Morgen Nebel f oder an hellen Morgen nach einer trüben Nacht. Wird Luft am Tage stark erwärmt, so folgt reichlicher Thau und Allgemeinen am reichlichsten zwischen Mitternacht und S nenaufgang, obgleich dabei der schon vorher erfolgte Nie schlag hinsichtlich der gebildeten absoluten Menge von T berücksichtigt werden mufs.

Nach der 3ten engl. Ausgabe übersetzt von J. C. Horner. 7 1821. Dem wesentlichen Inhalte nach in Journ. de Phys. T. LX p. 80. 85. 102. 171. 330.

1 Recherches sur les Modif. de l'Atmosph. §. 725.

Bei der Angabe der sonstigen Bedingungen des Bethauens
)indet Wells seine Theorie mit den Thatsachen, indem
sagt, dafs Alles, was die freie Aussicht des Himmels, von
Stelle des ausgesetzten Körpers betrachtet, beschränkt, die
ıge des auf denselben fallenden Thaues vermindere. Liefse
z. B. darthun, dafs eine das Thauen befördernde Bedin-
g in dem freien Herabsinken der oberen kälteren Luft-
chten liege, so würden die von ihm gemachten Erfahrun-
auch hierzu sehr gut passen. Ein Büschel Wolle, auf ei-
ı mit Oelfarbe angestrichenen 4,5 F. langen, 2 F. breiten
1 Z. dicken, auf 4 Pfählen in 4 F. Höhe horizontal über
r Rasenfläche ruhenden Brete liegend, gewann in einer
ht 14 Grains, ein gleicher unter demselben befestigter nur
rains, in einer andern Nacht waren die Zunahmen beider
und 6, in einer dritten 11 und 2, in einer vierten 20 und
Ein Büschel Wolle mitten unter einem dachförmig zusam-
ıgebogenen und über kurzem Grase umgestürzten Pappbo-
nahm nur um 2 Gr. zu; während ein anderer, ihm glei-
, nicht fern davon liegender 16 Gr. schwerer wurde. Lag
Büschel senkrecht unter der Giebelecke des genannten Da-
, so vermehrte sich sein Gewicht um 7, 9 und 12 Grains,
rend der ganz frei liegende um 10, 16 und 20 Gr. zu-
n. Ein hohler thönerner Cylinder von 2,5 F. Höhe und
Durchmesser, auf eine Grasfläche gestellt, schützte den
:hel Wolle, welcher an seinem unteren Ende auf dem
se lag, so sehr, dafs er nur 2 Grains Gewichtszunahme
elt, während ein gleicher freiliegender 16 Grains Zunahme
te. Lagen die Büschel Wolle mitten auf dem oben ge-
ıten Brete, so betrug ihre Gewichtsvermehrung 19 und
Grains, während sie in gleicher Höhe frei schwebend auf-
ıngen nur 13 und 0,5 erhielten. Ein bedeutender Einflufs
Bodens zeigte sich dadurch, dafs gleiche Büschel Wolle auf
, Gartenerde und Kiessand liegend unter sonst gleichen
ngungen um 16, 8 und 9 Grains an Gewicht zunahmen. Es
hierbei bemerkt werden, dafs Kieswege nicht bethauten,
sand dagegen auf dem angestrichenen Brete feucht wurde,
ie auch mit Oelfarbe überzogene Thüren Thau zeigten.
.ls weifs die Ursache hiervon nicht anzugeben, ein be-
ender Umstand dabei aber ist, dafs lockerer Kiessand die
htigkeit einsaugt, die Oelfarbe des Bretes aber dieses hin-

dert. Hiermit übereinstimmend ist die Erfahrung, dafs di
Büschel Wolle auf diesem Brete liegend stärker bethauten, a
freihängend oder selbst auf Gras. Die Menge des Thaues wäch
mit Vermehrung der Oberfläche, indem sie bei Holzspähnen grö
ist, als bei einem dicken Stücke Holz, und bei feiner roher Seide,
wie bei feiner unbearbeiteter Baumwolle stärker, als bei der gr
faserigen Wolle, deren sich WELLS bediente. Dafs Metalle
gut als gar nicht bethauen, die meisten übrigen Körper aber,
Rücksicht auf die eben angegebene Bedingung, fast gleic
mäfsig, sucht WELLS aus einer eigenthümlichen Beschaff
heit derselben abzuleiten. Metalle sind so unfähig zur A
nahme des Thaues, dafs selbst benetzte trocken werden, wä
rend andere Körper Thau aufnehmen, und dafs auf ihnen li
gende Wolle nur unbedeutend an Gewicht zunimmt, wäh
frei aufgehangene oder noch mehr die neben den Metallen
Gras hingelegte eine starke Gewichtsvermehrung zeigt.
die Dicke der Metalle auf ihren Widerstand gegen die A
nahme des Thaues einen Einflufs habe, ist durch WELLS ni
ausgemittelt worden, eine grofse Platte, aber auf Gras liegend,
dersteht stärker als eine kleine, in der Höhe frei aufgehan
dagegen diese mehr als jene. Wichtig sind noch folge
Versuche. Auf ein Kreuz aus 4 Z. langen, ½ Z. breiten
1 Lin. dicken Holzstäbchen wurde ein quadratisches St
Goldpapier, die blanke Seite nach oben, geklebt und das
6 Z. über dem Boden horizontal aufgehangen; die Stä
bethauten, das Goldpapier blieb trocken. Grofse Metallsch
ben nahmen auf Gras liegend weniger Thau auf, als ei
Zoll hoch auf dünnen Stäbchen ruhend; bei kleinen
dieses umgekehrt. Eine mit Metallfolie belegte Glassche
wird auf der oberen freien Seite ebenso bethaut, als ob
ohne Folie wäre, und eine Metallplatte auf Gras bethaut
ihrer unteren Seite, in einiger Erhöhung dagegen werden b
Seiten entweder bethaut oder nicht, wobei noch die Art
Metalles einen Unterschied macht, indem Platin den T
leichter aufnimmt, als Gold, Silber, Kupfer und Zinn, d
gen Eisen, Stahl, Zink und Blei schwerer, als die vier
nannten Metalle. Dafs die Metalle hiernach und nach der
sicht von LE ROY und DE SAUSSURE überhaupt gegen
nahme des Wasserdampfes unempfindlicher seyn sollten,
andere Körper, glaubt WELLS für unstatthaft halten zu m

il sie, dem Wasserdampfe ausgesetzt, gleich viel davon
nahmen, als Glas; allein bei diesem Versuche waren die
talle und das Glas kälter, als der muthmafslich heifse Was-
lampf, die Frage aber ist, ob die Metalle unter den Be-
gungen des Thauens ihre Wärme auf gleiche Weise als
ere Körper verlieren.

Neben diesen Erscheinungen verdienten vorzüglich die
nperaturverhältnisse der Erde, der Luft und der verschie-
en Körper während des Thauens eine nähere Beachtung,
Wells ihnen zuzuwenden keineswegs versäumt hat, in-
er sich feiner Thermometer mit etwa 2 Lin. im Durch-
ser haltenden Kugeln und hölzernen oder elfenbeinernen,
elst Scharnieren umzulegenden Scalen bediente. Das Gras
in heiteren und stillen Nächten stets kälter, als die Luft
Höhen von 1 Zoll bis 9 Fufs über demselben, meistens
wurde der Unterschied nur in einer Höhe von 4 Fufs
essen und betrug 3; 3,5 bis 4° R., ausnahmsweise noch
r, und einmal als Maximum 6°,3 R. Bei einem zur Er-
dung des Temperaturunterschiedes verschiedener Körper
ichtlich angestellten Versuche hing Wells ein Thermo-
r 4 Fufs über dem Boden frei auf, ein zweites umgab er
einem Büschel Wolle und legte es auf das in 4 Fufs Höhe
nde Bret, ein drittes lag ebendaselbst, die Kugel in den
m einer Schwanenbrust gesteckt, ein viertes lag auf dem
e und ein fünftes im Grase. Alle fünf zeigten an dem
heiteren Abende eine ziemlich gleichbleibend verhältnifs-
ige, mit der Zeit abnehmende Wärme und standen z. B.
7 Uhr 20 Min. das erste auf 12°,0, das zweite auf 8°,7,
dritte auf 8°,4, das vierte auf 10°,4, das fünfte auf 7°,7 R.
Erkaltung des Glases begann schon am Nachmittage bei
hmender Tagswärme; in wolkigen und windigen Nächten
gen waren die Temperaturen des Grases und der Luft
h oder das Gras sogar wärmer. Wurde der Himmel nach
usgegangener Heiterkeit wolkig, so erhielt die Wärme des
es eine schnelle und unerwartet grofse Vermehrung, die
während anderthalb Stunden 4° R., ein andermal wäh-
45 Minuten 6°,7 R. ausmachte, da indefs die der Luft
2° betrug. In einer Nacht war die Wärme des Grases
° R., der Himmel bewölkte sich und in 20 Minuten stieg
Wärme auf 3°,1, fiel aber in gleich langer Zeit wieder

auf 0°, als der Himmel sich aufklärte. Dieses Resultat war unter vielen Fällen, wobei die Wärme des Grases nach der Trübung des Himmels stieg und nach wiederkehrender Heiterkeit herabsank, das stärkste. Eintretender Nebel machte den Unterschied beider Temperaturen geringer, nicht aber ganz verschwinden. Allgemein zeigten die Thermometer da den niedrigsten Stand, wo die Thaubildung am stärksten war, also war es in der Wolle oben auf dem beschriebenen Brete 4° R. tiefer, als in der Wolle unter demselben, und unter dem Dache von Pappe, so wie im thönernen Cylinder 4°,1 höher, als in der Umgebung. Ferner zeigte das Thermometer in dem Büschel Wolle auf dem Brete 5°,4 R., ein anderes in einem gleichen Büschel und in gleicher Höhe frei aufgehangen 7°,1. Wells spannte in hellen Nächten an den Enden von vier dünnen Stöcken, die in die Erde gesteckt waren, etwa 6 Zoll hoch über dem Boden, ein dünnes leinenes Tuch von etwa 2 F. Seite horizontal aus, und fand das darunter befindliche Gras stets wärmer, als das benachbarte freie. War die Luft einige Fufs hoch über dem Boden nur um 2° R. wärmer, als das freie Gras, so hatte das geschützte unter dem Tuche mit der Luft gleiche Wärme; einst aber war das freie Gras 5° R. kälter als die Luft, das geschützte nur 3°,5, und einmal war das geschützte Gras sogar 5° wärmer als das freie. Eine 6 Fufs hoch über dem Boden ausgespannte Schiffsflagge, 8 Fufs lang und ebenso breit, von äufserst lockerem Gewebe, gewährte einen gleichen Schutz, jedoch mufs eine solche schützende Decke nicht mit dem Grase in Berührung seyn; denn das von ihr berührte Gras war um 1°,5 kälter als das, über welches das Tuch in einiger Höhe schwebte. Ferner hing Wells an zwei Stöcken senkrecht auf die Richtung des Windes ein vertical herabgehendes und unten das Gras berührendes Tuch auf. Mehrere Nächte zeigte ein an der Windseite auf dem Grase liegendes Thermometer 1°,7 bis 2°,7 mehr Wärme, als ein in der Nähe frei auf dem Grase liegendes. Der oben erwähnte Kiesweg und die lockere Gartenerde zeigten stets eine höhere Wärme, als das kurze Gras des Rasens, zuweilen selbst eine höhere als die der Luft. Einmal war der Unterschied beider bedeutend, der Himmel wurde trübe und der Unterschied verminderte sich dadurch, dafs der Kies kälter, das Gras wärmer wurde. Wells fügt dieser Beobachtung hinzu

s die Ursache der gröſseren Wärme des Kieses nicht sei-
Natur, sondern seiner Lage beizumessen sey, indem er
dem beschriebenen Brete liegend in vier der Erkaltung
stigen Nächten sich 3°,42, 3°,42, 3°,55 und 3°,78 R. kälter
te als die Luft. Die Erde 0,5 oder 1 Zoll unter dem Grase
stets wärmer als das Gras, der Unterschied betrug 3°,66,
), 4°,44 und zweimal sogar 5°,33 bis 7°,11. Wenn in der
lt London auf dem Dache des Hauses Wolle auf einem
men liegend der Bethauung ausgesetzt wurde, so zeigte
h diese eine geringere Temperatur, als die umgebende Luft,
h betrug der Unterschied nur 1°,33 und stieg nur einmal
2°,22 R.; auf einem Gartenhause auf dem Lande in einer
en Gegend war der Unterschied nicht gröſser. Unvoll-
mene Versuche ergaben, daſs die Metalle nicht so wie das
s und bethauende Körper kälter werden, aber selbst die
in der Luft hängenden Thermometer zeigten eine bis
hstens 1°,75 R. herabgehende geringere Wärme als solche,
mit Goldpapier, die blanke Seite auswärts, umgeben waren.
ne Metallplatten von 25 bis 100 Quadratzoll Fläche auf
liegend waren in der Regel 0°,4 bis 1°,4 wärmer als
Luft in 4 Fuſs Höhe, und dann waren sie ohne Thau.
stens waren sie beträchtlich wärmer als das umherstehende
, es wurde jedoch nicht versucht, ob dieses auch in den
reichsten Nächten statt fand, wohl aber ergab sich, daſs
Unterschied einmal bis 4°,4 R. stieg. Dabei war das Gras
r der Platte stets wärmer als das Metall und die Erde
nter noch wärmer als das Gras. Wurde dagegen das Me-
bethaut, so war es stets kälter als die Luft, und von zwei
en einander auf dem Grase liegenden Metallplatten war die
aute stets kälter als die unbethaute, wobei sich das Gras
r denselben diesem gemäſs verhielt. Metall in einiger Er-
ung über dem Boden wurde bethaut und war dann kälter
das auf dem Grase liegende, jedoch kam die Erkaltung der
alle derjenigen anderer Körper nicht gleich, mit einem ge-
eren Unterschiede bei kleineren Stücken als bei gröſseren.
Allgemeinen ergab sich, daſs unter verschiedenen Körpern
kältesten stets am reichlichsten bethaut waren, allein die
ge des Thaues war nicht allezeit dem Temperatur-Un-
chiede der Luft und des Grases proportional; denn in zwei
hten, in denen dieser 5°,33 und 6°,22 R. betrug, war die

Menge des Thaues nicht so grofs als in anderen, in denen er so hoch nicht stieg; die gröfste beobachtete Menge aber fiel in eine Nacht, wo er nur 1°,3 bis 1°,8 R. erreichte. Selbst ohne eigentliche Bethauung fand in heiteren und stillen Nächten eine Erkaltung des Grases von etwa 1°,25 R. statt. Wells giebt hiervon keinen Grund an, wahrscheinlich weil es sich von selbst versteht, dafs die Feuchtigkeit der Luft oder ih: Gehalt an Wasserdampf eine wesentliche Bedingung des Thaues ist; wenn er aber weiter sagt, dafs er bei gleich hellem und ruhigem Wetter des Morgens allezeit mehr Thau gefunden habe als am Abend, obgleich der Temperatur-Unterschied zwischen Gras und Luft am Abend meistens gröfser war als am Morgen, so ist undeutlich, ob hierbei von der absoluten oder relativen Menge des Thaues die Rede sey. Im ersten Falle i: wohl natürlich, dafs die Menge dieser fortwährend niederfallenden Feuchtigkeit mit der Zeit stets wachsen müsse, w. jedoch kaum der Erwähnung werth scheinen mufs, im letzte: aber wäre die Erscheinung allerdings räthselhaft.

Wells fügt noch einige Bemerkungen über die Erkaltungsfähigkeit der verschiedenen Körper hinzu, die mir d. Beachtung sehr werth scheinen. Gras und namentlich ku: geschorener Rasen erkaltet zwar sehr, aber doch minder st: und mit geringerer Regelmäfsigkeit, als andere faserige u. lockere Körper, namentlich feine Wolle, insbesondere roh: Seide, Baumwolle, feiner Flachs und Flaumfedern, welch: letztere, noch auf der Haut der Vögel festsitzend, über d: Boden ausgebreitet am stärksten erkalteten und sich zum M: sen der Temperatur vorzüglich eigneten. Frisches, nicht z: brochenes Stroh und feine Papierschnitzel kamen der W. ungefähr gleich. Eine zweite, minder erkaltende Classe v: Körpern bilden feiner Flufssand, zerstofsenes Glas, Krei: Holzkohle, Lampenrufs und brauner Eisenkalk; eine d: bilden feste Körper von wenigstens 25 Quadratzoll Oberfläc: als Glas, Backsteine, Kork, Eichenholz und Wachs, die : nen noch geringeren Unterschied ihrer Temperatur und : der Luft zeigen. Merkwürdig ist das Verhalten des Schne: welchen schon Wilson[1] kälter als die umgebende Luft :

---

[1] Philosophical Trans. 1781.

den hatte, was KIRWAN[1] als eine Folge der gröfseren
te in der Region seiner Bildung ansah. WELLS stellte
e Messung an frisch gefallenem, 4 Zoll hohem Schnee an
l fand dessen Wärme genau wie die der Luft in 4 Fufs
he; bei allen späteren Versuchen fand sich die Temperatur
schon einige Zeit gefallenen Schnees geringer, als die der
t in 4 F. Höhe. Um die Unterschiede schnell zu über-
ken, stelle ich die gemessenen Temperaturen der Luft und
Schnees nebeneinander. Sie waren — 2°,7 und — 4°,4;
4°,0 und —5°,8; —4°,2 und —8°,4; —3°,8 und — 6°7;
!°,7 und — 6°,7. Der Boden unter dem Schnee war alle-
wärmer als der Schnee, was aus der Bodenwärme in
land leicht erklärlich ist; Flaumfedern, auf dem Schnee
jebreitet, zeigten aber stets eine um etliche Grade tiefere
nperatur als der Schnee selbst, auch entsteht die Kälte des
teren nicht durch Verdunstung, denn das ihn berührende
ermometer stieg augenblicklich, wenn sich ein Wind er-
, welcher die Verdunstung hätte befördern müssen.

Viele, welche seit WELLS Versuche über die Erschei-
gen des Thauens angestellt haben, erhielten im Allgemei-
mit den seinigen übereinstimmende Resultate. Dahin ge-
vorzüglich HARVEY[2], welcher Uhrgläser auf polirten
flächen aussetzte und einige derselben mit einem metalle-
Ringe umgab. Im ersteren Falle war eine innere Kreis-
he frei von Thau, im letzteren war blofs ein Ring des
ses bethaut, die innere Kreisfläche aber und der Rand wa-
frei. Die Ursache hiervon findet er in der langsameren
ühlung des Metalles durch Strahlung, indem überhaupt der
u nur dann die Körper benetzt, wenn ihre Temperatur
r die der umgebenden Luft herabgegangen ist. Mit WIL-
übereinstimmend fand er, dafs Verminderung der Tem-
tur und Bethauung aufhörten, sobald eine Wolke über dem
der Beobachtung stand. Endlich sah er die Erscheinung
Thauens auch noch nach Sonnenaufgang fortdauernd. Bei
eren Versuchen mit PRIDHAM war ihm daran gelegen, den
lufs der Höhe auf diesen Procefs genauer auszumitteln[3],

1 On Temperatures. p. 30.
2 Journ. of the Royal Institution. Apr. 1834. N. 31. Bibl. univ.
I. p. 25. Vergl. Edinb. Journ. of Sc. N. 1. p. 161.
3 Edinb. Journ. of Sc. V. p. 60.

und er verglich daher die gleichzeitigen Erscheinungen auf der Höhe des 110 engl. Fufs hohen Thurmes der St. Andreaskirche zu Plymouth und auf einer darunter liegenden Wiese. In der Nacht des 21sten Mai war ihm die Gleichmäfsigkeit des Verhaltens verschiedener Körper an beiden Stationen am meisten auffallend. Die Temperatur betrug um 10 Uhr Abends an beiden 8°,44 R. und änderte sich die ganze Nacht hindurch nicht merklich. Gleich grofse Platten von Glas und Zinn wurden auf das Gras und oben auf dem Thurme ausgelegt und auf ihnen gleiche Massen Wolle; am andern Morgen um $5\frac{1}{2}$ Uhr hatten die beiden unteren eine gleiche Gewichtszunahme von 14 Grains und die beiden oberen eine gleiche von 7,5 Grains erhalten. An einem andern heitern Abend stellte er einen hohlen zinnernen Würfel von 6 Zoll Seite 2 Z. hoch über dem Grase auf und versah ihn an den 4 Seiten und auf der oberen Fläche mit gleichen Büscheln Wolle, fand dann am andern Morgen den oberen Büschel um 15 Grains, die an den Seiten um 5 Grains schwerer, alle 5 Flächen waren gänzlich aber die oberste am stärksten und die andere nach unten abnehmend mit Thau bedeckt. Bei einer Wiederholung dieses Versuches, als ein mäfsiger Ostwind wehte, erhielt die Wolle auf der oberen Fläche 10 Grains, die östliche Seite 1,5, die westliche 5 und die beiden andern 2 Grains Gewichtsvermehrung.

Einen interessanten Beitrag zur Vermehrung unserer Kenntnifs in Beziehung auf die beim Processe des Thauens zu berücksichtigenden Thatsachen hat Dr. Stark[1] zu Edinburg geliefert. Es schien ihm, dafs Wells den Einflufs der Farbe der Körper auf die Menge des von ihnen aufgenommenen Thaues nicht genug berücksichtigt habe, indem er blofs angebe, dafs schwarze Körper stärker bethaut werden als weifse, und er suchte daher diesen Mangel durch neue Versuche zu ergänzen. In einem derselben erhielt unter übrigens gleichen Bedingungen schwarze Wolle eine Gewichtszunahme von [illegible] scharlachrothe von 25 und weifse von 20 Grains, in einem andern schwarze von 10, dunkelgrüne von 9,5, scharlachrothe von 6 und weifse von 5 Grains, so dafs also alle farbige Wolle mehr Thau aufnimmt als weifse. Stark betrachtet

1 Philos. Trans. 1833. p. 299.

ses als Folge stärkerer Strahlung, was wir einstweilen auf
h beruhn lassen, mit der Bemerkung, dafs der Grund des
t findenden Unterschiedes gewifs weniger in der Farbe als
:her, als vielmehr in der Mitwirkung der Pigmente zu su-
n ist, womit die Wolle gefärbt wurde.

Ueber die an verschiedenen Orten statt findenden Un-
chheiten des Thauens, namentlich in Beziehung auf das
litative, lassen sich nur einzelne, vorzüglich in Reisebe-
reibungen zerstreute Bemerkungen beibringen. So benutzte
INE[1] seinen Aufenthalt an der grönländischen Küste, um
iner dortigen Fiörde unter hoher Breite das Phänomen des
uens zu beobachten. Am 25sten August in der Bai von
l Hamkes unter etwa 74° N. B. und 21° W. L. v. G. um
hr 30 Min. Abends, als die Sonne durch nördlich gele-
Hügel bedeckt war, legte er ein Büschel schwarze Wolle
einen Grasfleck und ein mit einem gleichen Büschel Wolle
ecktes Thermometer daneben. Ein gleiches Thermometer
ufs über dem Boden unter einem darüber ausgespannten
nen Tuche aufgehangen zeigte — 0°,88 R. und wurde
dieser Temperatur mit Thau bedeckt, das mit Wolle um-
ne Thermometer auf dem Boden fiel aber bald auf —5°,33
ebenso tief ging auch ein mit Wolle bekleidetes, in den
npunct eines polirten Metallspiegels gebrachtes Register-
nometer herab. Nach 4,5 Stunden zeigte das Thermome-
nter dem leinenen Tuche — 1°,77, das auf dem Grase
°,33 und das Registerthermometer war auf — 5°,77 R.
bgegangen gewesen, die Wolle endlich hatte bei einem
luten Gewichte von 8 Grains eine Zunahme von 3 Grains
ten. Am 28sten Aug. wurden diese Versuche wiederholt,
lem Unterschiede, dafs Wolle und Thermometer während
i bis 7 Stunden, in denen die Sonne bedeckt war, aus-
llt blieben. Das bedeckte Thermometer zeigte abermals
°,33, das mit der Wolle — 5°,33 und das Registerther-
eter — 5°,77 R., die Wolle aber hatte 5,5 Grains Ge-
tszunahme erhalten. Am folgenden Tage zeigten die drei
mometer — 0°,88, — 4°,88 und — 5°,77. Der Himmel
allezeit vollkommen heiter. Sabine schliefst hieraus, dafs

[1] An account of experiments to determine the Figure of the
by means of the Pendulum. Lond. 1825. gr. 4. p. 419.

das Wasser des offenen Meeres durch Strahlung gleichfalls an seiner Oberfläche auf — 5°,33 herabgehe, in den Fiörden aber wärmer bleibe, weil die steilen umgebenden Felsen die Strahlung hindern.

Kämtz[1] hat aus dem reichen Schatze von Erfahrungen, die ihm seine grofse Belesenheit in den Reisebeschreibungen verschaffte, verschiedene interessante Thatsachen über die ungleiche Menge des in verschiedenen Ländern fallenden Thaues zusammengestellt, die ich hier mitzutheilen keinen Anstand nehme. Nach den über Verdampfung und Niederschlag bestehenden Gesetzen mufs die Menge des Thaues mit abnehmender Polhöhe wachsen und daher unter dem Aequator oder vielmehr in der äquatorischen Zone am stärksten seyn, vorausgesetzt, dafs der Feuchtigkeitszustand der Atmosphäre daselbst überhaupt ein sehr gesättigter ist, also auf Inseln und in Küstenländern. Am bekanntesten in dieser Beziehung ist die ältere, oben bereits erwähnte Nachricht von Shaw[2], dafs in Arabien ungemein reichlicher Thau fällt, und ebendieses soll zu Suakim am rothen Meere statt finden[3]; zu Tor am Golf von Suez ist der lehmige Boden alle Morgen vom Thau schlüpfrig[4] und in Alexandrien werden Kleider und Terrassen wie vom Regen benetzt[5]. Ebenso häufig ist der Thau am persischen Meerbusen[6] und die Schiffer erkennen ihre Annäherung an die Küste Coromandel aus dem reichlichern Thaue[7]. Auf Trinidad sammelte Dauxion Lavayssé[8] vom 2ten Dec. bis 1sten Mai den Thau vermittelst Schwämmen und fand hierdurch die Menge des gefallenen Thaues während dieser fünf Monate = 6 Z., aber auch in der trockenen Jahreszeit sind alle Morgen die Pflanzen gänzlich benetzt. Reichlicher Thau fällt ferner in Chili[9], er fehlt dagegen gänzlich auf de

1 Lehrbuch der Meteorologie. Th. I. S. 355.
2 Bergmann physik. Beschreib. d. Erdk. Th. II. S. 27.
3 Burckhardt Nubia. 423.
4 Rüppell Reisen. S. 186.
5 Volney Voyage. T. I. p. 51.
6 Ker Porter Travels T. II. p. 123.
7 Le Gentil Voyages T. I. p. 625.
8 Reisen nach den Inseln Trinidad, Tabago und Margareta Weim. 1816. S. 63 u. 76.
9 Molina Naturgeschichte von Chili. S. 17.

ısgedehnten wasserlosen Ebenen im Innern der grofsen Con- ıente, und daher gerade unter niederen Breiten, weil sich ır dort solche befinden, z. B. in Brasilien[1] in den Prozin- n Bahia, Goyaz, Pernambuco und Ceará; ebenso zeigt sich ɪn den Bergen Gilan's und Mazanderan's an bis zum persi- hen Meerbusen und von den Seeen Van und Urmia bis ıschmir im Sommer keine Spur von Thau[2], auf dem Wege ın Aleppo bis Orfa fand Buckingham[3] am Ende Mais und ı Anfang des Juni keinen Thau; auch klagen die Reisenden, elche die Wüste Gobi durchwandern, zwar sehr überdie em- ındliche Kälte der Nacht, erwähnen aber nie den gefalle- n Thau, so wie Elphinstone in der Beschreibung seiner ise nach Cabul. Dafs es daher noch viel weniger in der üste Nubiens und der Sahara thauen könne, versteht sich ın selbst, doch erwähnt Denham[4], dafs die Kleider der isenden vom Thau durchnäfst wurden, als sie in die Nähe s Sees Tsad kamen. In Persien[5] thaut es in feuchten Nie- rungen nur schwach, ebenso in der Nähe des Euphrats[6] ıd Nils[7]; in der Nähe der Seeen Pensylvaniens[8] aber sehr ırk. Ein merkwürdiger Umstand ist, dafs auf den Korallen- seln der Südsee gar kein Thau fällt[9], auch geht die Tem- ratur dort bei Nacht weit weniger herab, als auf andern, nig davon entfernten und gleichfalls niedrigen Inseln von item Gestein. Kämtz gesteht zu, dafs diese Inseln wegen res lockeren Gefüges ein vorzüglich starkes Strahlungsver- ögen haben und somit stark bethaut werden müfsten; er fin- t aber den Grund der Abwesenheit des Thaues in der Klein- it ihrer Oberfläche und in dem Umstande, dafs die durch ahlung erzeugte Verminderung der Temperatur durch die ärme des Meeres wieder ausgeglichen wird; allein auf eben-

---

1 Spix und Martius Reise. Th. II. S. 624.
2 Olivier Persien. Th. I. S. 123 u. 145.
3 Mesopotamien. p. 61.
4 Narrative. p. 47.
5 Morier second Journey. p. 154.
6 Olivier Persien. Th. II. S. 225.
7 Bruce Reisen. Th. III. S. 713. Pocock's Beschreibung d. Mor- landes Th. I. S. 305.
8 Ellicot in G. XXXII. 325.
9 v. Chamisso in Kotzebue's Reise Th. III. S. 33. 123.

so kleinen und kleineren Inseln aus festem Gestein findet reichlicher Thau statt, und über den sandigen Ufern des persischen und arabischen Meerbusens, so wie über den Küsten der Nordsee, wo die Verbindung mit dem Meere sowohl hinsichtlich der Oberflächen als auch des eindringenden Wassers, so nicht minder über den Mooren und Brüchen des nördlichen Deutschlands, wo eine mehr oder weniger dicke und lockere Erdkruste auf dem Wasser ruht, findet im Gegentheil vorzüglich starke Thaubildung statt. Hiernach bleibt also die eigentlich schwierige Frage, warum auf jenen Korallen-Inseln eine geringere oder gar keine Strahlung statt finde, immer noch unbeantwortet. Auf dem Meere endlich thaut es nur selten und in sehr geringer Menge, weil die Temperatur des Meeres und demnach auch die der angrenzenden Luftschicht geringen Aenderungen unterworfen ist, theils wegen der grofsen specifischen Wärmecapacität des Wassers, theils weil die erkalteten Theile sofort niedersinken und den aufsteigenden wärmeren Platz machen.

B. Theorie.

Die älteren, zur Erklärung der Phänomene des Thaues aufgestellten Theorieen sind oben bereits gelegentlich erwähnt worden, und sie verdienen keine ausführliche Erörterung, da sie auf eine unzulässige Kenntnifs der Thatsachen gegründet wurden; es mufs daher nur noch die von Wells gegebene hier mitgetheilt werden. Bei dieser liegen folgende Hauptsätze zum Grunde. Zuerst rührt die ungleiche Menge des auf gleichartige, aber in verschiedener Lage gegen den Himmel sich befindende Körper abgesetzten Thaues von dem verschiedenen Grade ihrer Erkaltung her, und es ist diese Kälte keine Folge des Thauens, sondern vielmehr Ursache desselben. Dabei ist aber zweitens der hygrometrische Zustand der Luft eine Hauptbedingung, indem bei gleicher Temperaturverminderung die Menge des Thaues der Menge der in der Luft befindlichen Feuchtigkeit proportional gefunden wird. Aus dieser Ursache ist die Menge des Thaues im Sommer gröfser als im Winter. Ferner findet stets ein Fortschreiten, wenn auch nur ein geringes, der Lufttheilchen statt, und da diese somit allmälig alle ihre Feuchtigkeit abgeben, so liegt hierin der Grund

swegen die Körper auf dem 4 Fufs erhobenen Brete stär-
bethauen, als das Gras des Bodens, obgleich die Bethauung
letzteren früher beginnt; denn die mit der Wolle auf dem
te in Berührung kommenden Lufttheilchen konnten vorher
ht so viel Wasser absetzen, als die über das Gras hin-
ichenden. Hygrometrische Substanzen sind der Bedingung
Erkaltens ebenso als sonstige Körper unterworfen und
ssen daher einen höheren Grad der Feuchtigkeit, als wel-
r wirklich statt findet, anzeigen, was mit den Erfahrun-
von de Saussure und de Luc vollkommen überein-
mt.

In Folge dieser Thatsachen und in Gemäfsheit der An-
ten von Prevost stellt Wells wörtlich folgende Theorie
Thauens auf. „Man nehme an, dafs ein kleiner, die Wär-
e frei ausstrahlender Körper, welcher so, wie die umge-
nde Atmosphäre, wärmer als 0° R. sey, bei heller und ru-
ger Luft auf eine im Freien liegende, die Wärme wenig
rtleitende Fläche gelegt werde, und stelle sich vor, dafs
er demselben in irgend welcher Höhe in der Atmosphäre
ne feste Eisdecke schwebe. Die Folge wird seyn, dafs
r Körper sehr bald kälter seyn wird als die umgebende
ft. Denn da seine Wärme nach oben ausstrahlt, so wird
vom Eise dagegen nicht so viel eintauschen, als er ab-
ebt; ebenso kann er auch von der Erde keinen Ersatz er-
lten, weil ein schlechter Wärmeleiter ihn von derselben
ennt. Von der Seite her kann ihm die unbewegte Luft
enso wenig das Abgehende zuführen; er mufs also noth-
endig kälter werden als die Luft, und wenn diese hin-
nglich mit Dünsten beladen ist, dieselben auf seiner Ober-
che verdichten. Genau so ist der Hergang der Sache beim
thauen des Grases in einer hellen und ruhigen Nacht. Die
eren Theile des Grases strahlen ihre Wärme in die Regio-
n des leeren Raumes aus, von wo ihnen keine Wärme zu-
kkommt, und die unteren lassen wegen ihrer geringen
ärmeleitung nichts von der Wärme der Erde durch; die
gebende Luft liefert nur unbedeutenden Ersatz, und so
fs das Gras sich unter die Temperatur der umgebenden
ft erkalten und dadurch die Dünste an sich niederschla-
ı."

Wells fügt dieser einfachen Darstellung seiner Theorie

noch einige Betrachtungen hinzu, die zur Erläuterung und zur Begründung derselben dienen sollen. Dahin gehören die Versuche, aus denen man eine Strahlung der Kälte zu folgern sich berechtigt glaubte, und die Bemerkung, dafs die Sonne am Tage durch Zuführung von Wärmestrahlen stets mehr Wärme erzeuge, als durch Strahlung gen Himmel verloren gehe, welcher Zuflufs von Wärmestrahlen, wenn auch in geringerem Mafse, selbst an trüben und nebligen Tagen, fortdaure. Dem Wärmeverluste durch Strahlung wirken andere Bedingungen entgegen, als namentlich die Zuführung der Wärme aus der Erde, die von andern umgebenden Körpern zustrahlende Wärme, die von der Luft zugeführte und die durch den niedergeschlagenen Wasserdampf abgegebene, deren quantitatives Verhältnifs bis jetzt noch nicht durch Versuche bestimmt werden konnte; dennoch aber ist der durch Strahlung erzeugte Verlust immer noch ausnehmend grofs. Wells berechnet diese Wärmeverminderung auf 8 bis 9° R., wenn man berücksichtigt, dafs nach den Versuchen von Six die Wärme der Luft in 200 F. Höhe um 1°,77 bis 2°,25 wärmer ist, als in der Nähe der Erdoberfläche. Sammelte sich die durch die Sonnenstrahlen erzeugte Wärme stets an, so würde sie einen enormen Grad erreichen, und es ist also eine wohlthätige Einrichtung der Natur, dafs jene durch Strahlung wieder entweicht, aber noch wohlthätiger ist, dafs dieses den erquickenden Thau erzeugt, welcher am reichlichsten auf diejenigen Körper niederfällt, die seiner am meisten bedürfen und die noch obendrein durch die aus dem niedergeschlagenen Wasserdampfe frei werdende Wärme gegen den Nachtheil der Kälte geschützt werden.

Die Erkaltung der Körper durch die ihnen eigenthümliche Wärmestrahlung wird vermindert, wenn die umgebenden Körper durch Ausstrahlung ihrer Wärme jenen stets neue zusenden, wie dieses namentlich durch Häuser und Mauern geschieht. Auf welche eigenthümliche Weise die Wolken eine gleiche Wirkung zeigen, ist zwar durch Versuche nicht auszumitteln, „allein man darf der gegebenen Erklärung zufolge „mit Sicherheit annehmen, dafs dieses von der Wärme her„rühre, welche sie der Erde zurücksenden zum Ersatz dessen, „was von dieser ausgestrahlt und von jenen aufgefangen wur„de.“ Wenn also die Bewölkung des Himmels das Thau-

›meter zum Steigen bringt, so ist dieses nicht Folge der nie-
rgeschlagenen Dämpfe, weil die hierdurch erzeugte Wärme
h bald zerstreuen müfste, das Niederfallen des Thaues aber
ganze Nacht hindurch gehindert wird. Dichte und nahe
er der Erde schwebende Wolken senden der Erde ebenso
le Wärme zurück, als sie durch Strahlung von ihr erhal-
; hohe Wolken thun dieses weniger, und daher kann bei
em Vorhandenseyn dennoch eine Erkaltung des Bodens statt
len. Nebel haben ein geringeres Vermögen, die Wärme-
hlung zu hindern, und daher fand Wells bei einem dicken
bel einst den Boden 4° R. kälter als die Luft, was daraus er-
lich werden soll, dafs nach Leslie's[1] Erfahrung Nebel die
rmestrahlen der Sonne zum Theil durchlassen, mithin auch
Erfolg der Strahlung von der Erde aufwärts nicht ganz
eben können; einiges Hindernifs verursachen sie aber al-
ings, denn unter gleichen Umständen, als in der nebeli-
Nacht, betrug der Unterschied der Temperatur des Bo-
s und der Luft 6° und 6°,5 R. Bedingend wirkt zugleich
Zuführung der Wärme von andern Körpern, insbesondere
compacten und gut leitenden, worauf der Umstand be-
, dafs kleine Massen Kiessand auf dem Brete stärker er-
ten, als der Kiesweg. Beim Winde strahlen die Körper
so viele Wärme aus, als ohne denselben, allein es wird
h ihn stets neue warme Luft herbeigeführt, was daher,
n dieselbe mit Dünsten überladen ist, eine Vermehrung
Thaues bewirken kann. Am stärksten ist die Erkaltung
leinen Vertiefungen, weil dort die Luft ruhiger ist und
r keine wärmeren Lufttheilchen herbeigeführt werden, zu-
h aber durch baldige Aufnahme alles vorhandenen Was-
nstes nicht stets neue Wärme aus dem wässerigen Nie-
hlage hervorgeht. Hiermit zusammenhängend ist die be-
te Eisbildung in Indien und die Erfahrung, dafs in Nie-
gen die sogenannten Nachtfröste mehr schaden als auf
hen. Um dieses allerdings sonderbare Phänomen zu er-
, dessen Ursache Leslie im Niedersinken kalter Luft-
n findet, sucht Wells zu beweisen, dafs die Luft ver-
st der in ihr befindlichen Sonnenstäubchen von den durch-
den Lichtstrahlen Wärme aufnimmt, mithin auch wieder

[1] Ueber Wärme und Feuchtigkeit. 1813. 8. S. 57.

ausstrahlt, weil alle die Wärme am leichtesten durchlassende Körper auch am stärksten strahlen. In heiteren Nächten strahlt die Erde am stärksten, die Luft weniger, aber Letztere giebt dann der Erde durch Strahlung gleichfalls Wärme ab, ist aber bei Nacht in gröfseren Höhen stets wärmer als nahe über der Erde, wie für 220 Fufs Höhe aus den Versuchen von Six hervorgeht, wovon dann auf gröfsere Höhen geschlossen werden kann. Zugleich kommt hinzu, dafs auf Hügeln stets einige Luftbewegung statt findet, wodurch wärmere Massen herbeiströmen. Ebendaher thaut es auf Hügeln weniger als in Niederungen, wobei zugleich der geringere Feuchtigkeitsgehalt der höheren Luftschichten bedingend ist, auch bethaut das Gras am stärksten, Gesträuche weniger und hohe Bäume noch weniger. Polirte Metalle bethauen wenig oder gar nicht, weil sie ein geringes Strahlungsvermögen haben, ihre Wärme, wenn sie dick sind, weniger abgeben und stets die Temperatur der umgebenden Luft annehmen. Liegt eine Metallplatte auf dem Grase, so bethaut sie weniger, als wenn sie frei hängt, weil sie die Wärme aus dem Boden aufnimmt; aber hierin macht die Gröfse einen Unterschied, indem eine grofse Platte auf dem Grase nur wenig Thau aufnimmt, eine kleine mehr und mehr als eine solche frei schwebende, weil der ersteren ihre Wärme schneller durch das umgebende Gras entzogen wird.

Den aufsteigenden Thau betreffend, sofern die französischen Akademiker den von der Erde aufsteigenden Wasserdampf als einzige Quelle des Thaues ansahn, weil eine umgestürzte Glasglocke inwendig so stark bethaut, eine Ansicht, die auch neuerdings durch Webster[1] vertheidigt wurde, stellt Wells keineswegs in Abrede, dafs durch die Ausdünstung der Erde Thau erzeugt werde, auf keine Weise aber die gesammte Menge desselben oder nur der gröfsere Theil, wie ohne weitere Argumente schon aus den Versuchen hervorgeht, wonach die auf dem horizontalen Brete liegenden Büschel Wolle stärker, als die unter demselben befindlichen bethauten. Wenn man auf gleiche Weise annahm, der Thau entstehe aus dem Wasserdampfe der Pflanzen selbst, wie das Bethauen derselben unter einer Glasglocke angeführt wurde,

1 Mem. of the Amer. Acad. T. III.

streitet gegen die Allgemeinheit dieses Satzes der Umstand,
ß getrocknete Pflanzen, so wie sonstige nicht mehr ve-
irende Körper stark bethauen. Endlich erwähnt WELLS die
n den Alten, namentlich PLINIUS und PLUTARCH, geäußerte,
ch in neueren Zeiten gehegte Meinung, daß Fleisch, wel-
s den nächtlichen Strahlen des Mondes ausgesetzt gewe-
, leichter in Fäulniß übergehe. Sollte diese Thatsache
rklich begründet seyn, so wäre der Grund in keinem an-
n Umstande zu suchen, als in der großen Menge des
aues, welcher in mondhellen Nächten die Feuchtigkeit des
isches vermehrt.

Die von WELLS im Jahre 1817 aufgestellte Theorie des
auens, welche kurz zusammengefaßt nichts weiter sagt, als
s die Körper ihre Wärme durch Ausstrahlung derselben in
 leeren Himmelsraum verlieren und demgemäß, mit Rück-
ht auf ihre hygroskopische Beschaffenheit, den in der Luft
haltenen Wasserdampf in so viel größerer Menge aufneh-
n, je stärker ihr Ausstrahlungsvermögen an sich ist und je
niger dieser Proceß der Strahlung durch anderweitige Ein-
se gehindert wird, fand ebenso großen als ungetheilten
fall[1] und wurde daher von den bedeutendsten Physikern,
er denen ich nur ARAGO[2] und KÄMTZ[3] nennen will, wie-
gegeben. Nur wenige Gelehrte haben gewagt, der allge-
n aufgenommenen Ansicht zuwider, einige Einwendungen
egen vorzubringen. Dahin gehört eine sehr bescheidene
ßerung von dem gründlichen Forscher SYKES[4], daß ei-
e Umstände bei den Erscheinungen des Thauens zu Dukhun
en jene Theorie streiten, doch, setzt er hinzu, möchten
gedehntere und sorgfältigere Versuche wohl zeigen, daß
ie von eigenthümlichen Bedingungen herrühren, die im
tzen die durch WELLS aufgestellten Combinationen nicht
fen, und außerdem könnten auch einige Anomalieen aus
m ungleichen Strahlungsvermögen der Körper auf verschie-
em Boden herrühren; was jedoch im Grunde nichts an-

1 S. Ann. Chim. et Phys. T. V. p. 183.
2 Aus dem Annuaire pour 1818 in: Unterhaltungen aus dem
ete der Naturkunde. Von ARAGO, übers. von REMY. Stuttg. 1837.
Abth. S. 231. 2te Abth. S. 128.
3 Handbuch der Meteorologie. Th. I. S. 367.
4 Philosoph. Trans. 1835. p. 193.

deres heifst, als eine wankende Hypothese durch eine ander
noch minder feste unterstützen. Auch MARTIUS[1] hat aus se-
nen Erfahrungen in Brasilien einige Einwendungen entnom-
men. Zuerst findet er es auffallend, dafs in den näher
Aequator liegenden Gegenden die Thaubildung am stärkste
sey und meistens am Nachmittage der Himmel sich trü
was mit der grofsen dort herrschenden Wärme im Wide
spruch stehe. Allein KÄMTZ zeigt dagegen sehr richtig, d
dieses vielmehr mit dem hohen Feuchtigkeitsgrade der L
in jener Zone sehr genau übereinkomme, da die übersätti
Luft erst einen Theil ihres enthaltenen Wasserdampfes ve
liert, ehe sie als oberer Passat den Polen zuströmt. Eine a
dere Einwendung soll daraus hervorgehn, dafs die Thaut
pfen zahlreich auf den harten und spiegelglatten Blättern d
Lorbeeren, Hymenäen u. s. w. gefunden werden, weswe
MARTIUS diese als das Product der Ausdunstung jener P
zen ansieht, da glatte Flächen der Strahlung hinderlich s
KÄMTZ nennt diesen Schlufs voreilig, da alle Körper so v
stärker strahlen, je weniger sie leiten, und das so vorzü
glatte Glas gleichfalls stark strahlt. Man mufs aber auf
andern Seite zugestehn, dafs der reinen Erfahrung nach schle
leitende Körper, deren Molecüle also die Wärme nicht m
Begierde zwischen ihre Interstitien aufnehmen, mithin a
weniger fest zurückhalten, sie auch leicht abgeben und da
schnell erkalten, womit aber der Grund, dafs Letzteres
Folge einer *Strahlung* statt finde, nicht unmittelbar erwie
ist, und ebenso wird stets nur die Thatsache wiederholt, d
glatte Glasflächen die Strahlung nicht hindern, obgleich d
durch glatte Metallflächen wirklich geschieht, ohne den Gr
dieses Unterschiedes aus der Natur beider Körper und
Verhaltens der Wärme zu ihnen abzuleiten.

In zwei sehr ausführlichen, wo nicht weitschweifigen A
handlungen suchte HENRY HOME BLACKADDER[2] nicht sow
die Theorie von WELLS zu widerlegen, als vielmehr d
eine neue eigene von ihm selbst zu verdrängen. Er n
an, dafs zwei Hypothesen existiren; nach der einen soll
kalte Luft der oberen Regionen niedersinken, nach der an

1 SPIX und MARTIUS Reise nach Brasilien. Th. II. S. 624.
2 Edinburgh Philos. Journal. XXI. p. 51.

Erkaltung der Körper eine Folge der Strahlung seyn, bei
len vermifst er aber, dafs auf die durch Verdunstung er-
gte Kälte keine genügende oder gar keine Rücksicht ge-
men sey. Er sucht daher zu beweisen, dafs das Gras
Sonnenuntergang durch Ausdünstung erkalten müsse, und
m der warme Wasserdampf, hauptsächlich in Folge des
r dem Grase befindlichen wärmeren Bodens, aufsteigt, mufs
n den erkalteten Blättern condensirt werden. Die hier-
h erzeugte Kälte würde während der ganzen Nacht zu-
nen, wenn nicht die Luft und der aus ihr niederfallende
sserdampf einen Ersatz der Wärme gäbe. Die auf diese
se abgekühlte Luft, wenn sie nicht abfliefsen kann, nimmt
tiefsten Ort ein, und daher wächst die Wärme der Luft
der Höhe. Hierin soll die primäre Ursache des Thaues
alten seyn, eine secundäre aber in einem Niederschlage
Wasserdampfes aus der Luft liegen. Damit zusammen-
gend ist die Erscheinung, dafs Wolken sich zerstreuen,
hes hauptsächlich durch das Niederfallen ihrer wässerigen
ikeln im Thau geschieht, ein Procefs, welcher mit der
ung der Morgennebel Aehnlichkeit hat. Vorerst nimmt
CKADDER blofs Rücksicht auf den Einwurf, welchen WIL-
[1] dieser von ihm vertheidigten Hypothese aus der Kälte
chneeoberfläche entgegengesetzt hat, und meint, dafs auch
durch Verdampfung erkalten müsse, die übrigen, weit
ichtigern Argumente sucht er in einer andern ausführlichen
andlung[2] zu widerlegen.

Gegen die Thatsache, dafs der Thau auch auf solide oder
tlicher nicht vegetirende Körper niederfällt, wird der Ein-
gemacht, dafs dünne Metallplatten auf Papier keine ge-
nden Resultate geben können, weil das Papier eine sehr
oskopische Substanz sey, die daher die Wirkungen einer
lünnen Metallplatte allzusehr modificire. Die Resultate
r Versuche weist daher BLACKADDER ganz von der
l, weil auf diese Weise gar nicht hätte experimentirt wer-
sollen. Aber auch wenn Thermometerkugeln mit locke-
Körpern, namentlich Wolle u. s. w., umgeben wurden,
diese Methode auf jeden Fall höchst mangelhaft, weil alle

Supplem. to the Encyclop. Brit. T. III. p. 555.
Edinburgh Philos. Journ. N. XXVII. p. 81. N. XXVIII. p. 240.

hierzu gewählte Körper sehr hygroskopisch sind. Angenommen, es sey dann die Existenz einer Strahlung erweislich, so müſste zugleich dargethan werden, daſs nicht gleichzeitig auch Verdampfung existire oder die hierdurch erzeugte Kälte nicht hinreiche, um die Bethauung genügend zu erklären. Die von WELLS angestellten Versuche seyen sämmtlich ungenügend, um die Existenz und die Wirkungen einer Strahlung aus denselben zu folgern. Zum Beweise werden einige derselben angegeben, in denen die Wolle ohne Thaubildung eine Verminderung ihrer Wärme zeigte, was als Folge einiger Verdunstung gelten soll, da bekanntlich solche Substanzen in denjenigen Nächten am stärksten erkalten, in welchen gar kein Thau niederfällt. Auf dem Boden liegende Wolle ist auf jeden Fall etwas kälter, als der aus der Erde aufsteigende Dampf, und muſs daher von diesem aufnehmen; daſs aber alle lockere Körper eine niedrigere Temperatur annehmen, als der Boden, worauf sie liegen, ist eine Folge der stärkeren, durch die in alle ihre Zwischenräume eindringende Luft bewirkten, Verdunstung. Daſs die Wolken ein Hinderniſs der Abkühlung und also der Thaubildung abgeben, folgt ganz natürlich aus der höheren Temperatur dieser Wolken und ihrem Feuchtigkeitszustande, welcher die Ausdünstung hindert. Metalle, da sie gute Leiter der Wärme, aber nicht hygroskopisch sind, werden bethaut, zuerst mechanisch, indem sie die mit der Luft herabsinkende Feuchtigkeit aufnehmen und am weiteren Herabsinken hindern, die sie enthaltende Luft mag damit übersättigt seyn oder nicht, und zweitens indem sie nicht bloß mechanisch wirken, sondern kälter sind, als die umgebende Luft, indem sich die Feuchtigkeit auf ihnen in gewohnter Weise niederschlägt. Liegt eine polirte Metallplatte auf Gras, welches (durch Verdunstung) kälter geworden ist oder war, oder befindet sie sich in einiger Höhe, so wird sie im ersten Falle durch das Gras unmittelbar, im zweiten durch die kältere Luft mittelbar kälter werden und den Thau aus derselben aufnehmen, sofern sich mit Gewiſsheit annehmen läſst, daſs bei gröſster Ruhe der Luft dennoch einige Bewegung derselben statt findet. BLACKADDER beruft sich hierbei auf eine Erfahrung, indem er einmal auf einer Wiese einen vom Boden aus anwachsenden sehr feinen Nebel bei gänzlich unbewegter Luft wahrnahm, welcher aber nicht ruhte, sondern

llenförmige Bewegung zeigte, und durch einen kurz dauern-
ı, sehr sanften Westwind nicht fortbewegt wurde, sondern
sich verschwand. Zwei Einwürfe, die aus dem Verhalten
Metalle gegen den Thau hervorzugehn scheinen, nämlich
s sie mit polirter Oberfläche weder eine bedeutende Tem-
atur-Verminderung erleiden, noch reichlichen Thau auf-
hmen, und zweitens den aufgenommenen Wasserdampf oft
nell wieder verlieren, sollen dadurch beseitigt wer-
ı, dafs man die geringsten Spuren des niedergeschlagenen
l wieder verschwindenden Thaues auf polirten Metallflä-
n sofort wahrnimmt, die man auf rauhen Flächen nicht er-
mt. Dafs Glas vorzugsweise den Thau aufnimmt und Blei
er den Metallen am stärksten bethaut, hat man unnöthig
der Strahlung abgeleitet, da es doch einfach aus der ge-
gen Wärmecapacität und dem schlechten Leitungsvermögen
der Körper erklärlich wird.

Fassen wir die von Blackadder aufgestellte Theorie kurz
ammen, so läuft sie einfach darauf hinaus, dafs die Pflan-
theile und lockere Substanzen durch Verdunstung abgekühlt
rden und wegen ihrer hygroskopischen Eigenschaft den Was-
dampf aus der Luft aufnehmen. Dabei ist allerdings nicht
hl begreiflich, warum bei diesen Körpern die durch Ab-
e ihrer Feuchtigkeit erzeugte Kälte nicht durch die Con-
sirung des atmosphärischen Wasserdampfes wieder compen-
wird, da beide Processe einander gerade gleich, aber ent-
gengesetzt sind; auch wird zwar behauptet, aber nichts we-
ger als bewiesen, dafs das Verhalten des Glases und polir-
Metalle rücksichtlich des Bethauens aus ihrer geringen
ärmecapacität und ihrem schlechten Leitungsvermögen erklär-
ı sey; denn wenn man den Thau als einen einfachen wäs-
igen Niederschlag, durch Entziehung der Wärme entstanden,
rachtet, so mufs gerade auf denjenigen Körpern die gröfste
nge von Feuchtigkeit abgesetzt werden, welche wegen ih-
besseren Leitung die Wärme am leichtesten und wegen ih-
gröfseren Capacität sie in gröfster Menge aufnehmen. Black-
der argumentirt aber anders und sagt: Körper von gerin-
Wärmecapacität verlieren ihre Wärme leicht durch Ab-
e derselben an die in Folge der Verdunstung erkaltete Luft.
d sie dann zugleich hygroskopisch, so nehmen sie leicht
atmosphärische Feuchtigkeit auf, und zu den hygroskopi-

schen scheint er auch das Glas zu rechnen, indem er bemerk dafs es so gern Feuchtigkeit aufnehme. Nicht hygroskopisch Körper dagegen, namentlich Metalle, nehmen um so wenige Feuchtigkeit auf, je geringer ihre Wärmecapacität ist, und be fördern das Verschwinden des auf ihnen abgelagerten Thau durch ihre grofse specifische Wärme und ihr vorzüglich Leitungsvermögen. Beifall hat diese Theorie nicht eben ge funden.

Der neueste Gegner dieser Theorie ist Jos. Jul. va Roosbroek aus Löwen, welcher neun Jahre lang Beobach tungen und Versuche über den Thau angestellt und hierauf d Beantwortung der von der Gesellschaft zu Rotterdam aufge benen Preisfrage gegründet hat. In seiner gekrönten Abhan lung widerlegt er zuerst die von Wells aufgestellte Theo als unverträglich mit anerkannten Thatsachen und ungenüg zur Erklärung aller vorkommenden Phänomene, dann theilt die Resultate seiner eigenen Erfahrungen mit und giebt zule eine neue Theorie, welche allen vorkommenden Bedingung genügen soll[1]. Vor allen Dingen stützt van Roosbroek se nen Widerspruch auf theoretische Gründe, indem er sagt, da eine Wärmestrahlung nur statt haben kann unter der Bedi gung einer Reciprocität und von einem materiellen Körper g gen einen andern, wonach also eine ungleiche Spannung d Wärme der Erde und des leeren Raumes statt haben müsste die jedoch dem nicht materiellen Raume des Himmels nich zugeschrieben werden kann. Aufserdem komme keine Er scheinung vor, dafs ein strahlender Körper seine Wärme e nem kälteren durch einen wärmeren zusende, was offenbar b der kälteren Erde durch die wärmere Atmosphäre statt find müfste. Der Thau entsteht nur bei heiterem Himmel, aber bleibt auch dann zuweilen aus, was nach Wells ganz une klärlich ist, weil in diesen Fällen die Strahlung ohne irge einen Grund entweder nicht statt finden oder keine Erkalt bewirken müfste. Minder gewichtig ist das Argument, d nach eben dieser Theorie nur dann die Bildung des Th statt finden könnte, wenn der Boden kälter ist, als die üb ihm ruhende Atmosphäre, und dafs unter dieser letzteren B

1 Théorie de la Rosée cet. Rotterd. 1836. 4. Vergl. l'Instit 1836 N. 185.

ıgung allezeit ein Bethautwerden erfolgen müfste; denn es rsteht sich sogar ohne eine eigentliche Bestimmung wohl von bst, dafs der Sättigungszustand der Atmosphäre zugleich bei in Betrachtung kommt.

Van Roosbroek entnimmt aus seinen eigenen Beobachıgen folgende wesentliche Resultate. Das Thauen erfolgt heiterem Himmel, doch können auch Wolken, jedoch nur den oberen Regionen, vorhanden seyn, und das Thauen ist ın in der Regel von einem leichten kaum sichtbaren Nebel gleitet. Meistens bemerkt man während des Processes ein r leichtes Wehen, welches aus einer aufsteigenden Beweıg der Luft besteht. Das Thauen findet in allen Stunden Nacht statt und dauert bis zum Morgen, wenn es am end begonnen hat, jedoch hört es zuweilen auf, wenn gleich Himmel seine Heiterkeit nicht verliert, und der herabgefalle Thau verschwindet mitunter in den späteren Stunden der cht; auch geben gleich heitere Nächte keineswegs eine glei- Quantität Thau, vielmehr ist diese oft ungleich geringer l bleibt zuweilen ganz aus. Der Barometerstand hat kei- Einflufs auf das Phänomen, vorausgesetzt, dafs sein Stand erändert bleibt, dagegen ist der Wind und seine Richtung desto gröfserer Bedeutung, indem nicht blofs bei starkem nde der Thau zu fehlen pflegt oder seine Menge geringer sondern auch speciell zu Löwen bei S.-, SO.- und SW.- nde eine bedeutend gröfsere Quantität fällt, als bei N.-, NO.- l NW.-Winde. Das Thauen gehört allen Jahreszeiten an, och ereignet es sich häufiger und in gröfserer Menge im nmer vom Monat April bis zum September, als im Winter, welcher Zeit der Thau während der Kälte in fester Gestalt ıbfällt und überhaupt bei herrschender höherer Temperatur reichlicher zeigt. Im Allgemeinen fällt die gröfste Menge ıu nahe über der Erdoberfläche, jedoch gehört er allen Höan und fällt zuweilen gleichzeitig an niedrigen und ho- Orten, zuweilen aber ausschliefslich auf der Oberfläche Erde, zu andern Zeiten blofs in einiger Höhe über deren. Allezeit ist das Phänomen mit einer Verminderung der temperatur verbunden, aber die Menge des Niederschlags lieser keineswegs direct proportional, auch fordert es keivegs einen Unterschied der Wärme der Luft und der beten Gegenstände, dagegen werden die verschiedenen Ob-

jecte verschieden stark bethaut, indem namentlich von Mauern eingeschlossene Räume zuweilen stark benetzt werden, zu andern Zeiten aber ganz frei bleiben. Aufserdem fällt reichlicherer Thau auf glatte, junge Pflanzentheile, als auf rauhe, reichlicherer auf Blumen und Früchte, als auf die Blätter, und es ereignet sich zuweilen, dafs die Blumen allein bethaut sind, während die Blätter frei bleiben. Glatte Früchte, Gräser, Mohn, Weinblätter, Lein, Kohl, Sellerie u. s. w. werden am stärksten bethaut, und überhaupt sind zuweilen blofs die Früchte benetzt, alle übrige Gegenstände aber trocken. Unter den übrigen Körpern werden die Nichtleiter der Elektricität am stärksten bethaut und unter den Metallen die positiv elektrischen, so dafs die Menge des Thaues derjenigen Stelle proportional ist, welche die Körper in der elektrischen Reihe einnehmen, weshalb Gold und Silber also eigentlich gar nicht bethaut werden, obgleich auch diese Regel zuweilen Ausnahme erleidet. Die Politur hat keinen Einflufs auf das Bethauen, jedoch fällt der Thau zuweilen auf die untere Fläche, meistens auf die obere, selten auf die seitlichen. Als wesentlich hebt van Roosbroek heraus, dafs das Manometer stets beim Thauen sinken soll, worauf hauptsächlich seine Theorie gegründet ist. Hiernach liegt die Ursache in der Luft selbst, wie bei allen wässerigen Niederschlägen. Die Sache kurz gefafst soll die Luft aufsteigen, sich mehr ausdehnen und hierdurch gleichzeitig eine Verdünnung derselben, verbunden mit Verminderung der Temperatur, erzeugt werden, welches dann das Niederfallen des wässerigen Niederschlages nach sich zieht. Wird dieses zugegeben, so ist es allerdings leicht, die einzelnen Erscheinungen des fraglichen Phänomens hiermit in Uebereinstimmung zu bringen. Bei heiterem Himmel findet das Aufsteigen der Luft, die Bindung der Wärme und der wässerige Niederschlag ungehindert statt, bei bedecktem dagegen kann dieses nicht seyn, weil die Bildung und das Herabsinken der Wolken der aufsteigenden Bewegung der Luft, wodurch die Erzeugung des Thaues ursprünglich bedingt wird, gerade entgegengesetzt sind, und ebenso wenig kann es unter einer ausgespannten Decke überhaupt oder stark thauen. Auf gleiche Weise mufs auch die horizontale Bewegung der Luft, welche bei den Winden statt findet, die Bedingungen des Thauens modificiren. Alle diese Hindernisse wirken jedoch

ht absolut, indem die aufsteigende Bewegung der Luft auch etwas bedecktem Himmel und beim Wehen leichter Winde geringerem Grade statt finden kann, so dafs also auch un- solchen Umständen ausnahmsweise die Bildung des Thaues glich bleibt.

Wird gleich diese Theorie bei den Anhängern der von ELLS aufgestellten keinen Beifall finden, so mufs man doch tehn, dafs der Urheber derselben bei seinen neunjährigen bachtungen die Thatsachen sehr genau erforscht und sinn- ch erklärt hat, zugegeben, dafs seine Einwendungen gegen blofs hypothetische Strahlung so leicht nicht zu beseitigen n dürften. Wollte man seine Hypothese noch etwas schär- auffassen, so könnte man mit anderweitigen Erscheinungen r übereinstimmend annehmen, dafs bei Tage einmal sicher Aufsteigen der erwärmten, mit Dampf erfüllten Luft (*cou- it ascendant*) statt findet, welches nach mechanischen Ge- zen auch nach dem Aufhören der Ursache noch eine Zeit g fortdauern und nothwendig Kälte erzeugen mufs, sobald es bedingende Erwärmung durch die Sonnenstrahlen auf- rt, was dann offenbar zur Herstellung des Gleichgewichts Nachsinken der oberen kälteren Luft nach sich zieht, so s schon hierdurch unmittelbar ein Niederschlag des Was- dampfes bewirkt werden müfste. Auf diese Weise liefse h der Procefs des Thauens ganz einfach erklären; doch bin keineswegs der Ansicht, dafs diese Hypothese für alle Phä- mene genüge.

Gegen die Hypothese der Strahlung überhaupt und die klärung des Thaues als Folge derselben habe ich selbst mich hl zuerst ausgesprochen[1], ungeachtet des grofsen und all- neinen Beifalls, womit dieselbe aufgenommen wurde. Was h zur Widerlegung der Existenz einer solchen *Strahlung* Allgemeinen sagen läfst, gehört zu sehr in die Theorie der ärme, als dafs es hier zur Erörterung kommen könnte, und bringe daher für jetzt nur diejenigen Schwächen zur Un- suchung, die sich in der oben mitgetheilten Theorie von ELLS unmittelbar auf den Procefs des Thauens bezüglich

1 Sacra Natalitia die XXII. Nov. 1819 celebrata renuntiat G. W. NCKE. Heidelb. 1819. 4. Eine wenig in das Publicum gekommene rectorats-Dissertation.

finden. In dieser Hinsicht läfst sich nicht verkennen und mufs wohl schon hier bemerkt werden, dafs die Grundlage der ganzen Hypothese nicht blofs in der Luft, sondern man darf wohl sagen ganz eigentlich im leeren Raume schwebt, nämlich die Ursache der Alles zu erklären bestimmten Strahlung. Man soll sich denken, dafs in irgend einer Höhe eine Eismasse vorhanden sey, gegen welche die in der Nähe der Erdoberfläche befindlichen Körper dann ihre Wärme ausstrahlen müfsten. Dieses ist wohl unbezweifelt richtig; allein wo ist im leeren Himmelsraume der kalte Körper, welcher die Wärme nach den Gesetzen der Wärmecapacität und Leitungsfähigkeit aufnimmt? Dort ist im eigentlichen Sinne das Nichts, und dieses Nichts soll wie ein Körper wirken, was doch nach der richtigen Bemerkung von Roosbroek allzukühn geschlossen heifsen mufs. Ueberhaupt ist es in der That auffallend, dafs die neueren Physiker, die sich ganz allgemein so sehr scheuen, die Erscheinungen auf etwas zurückzuführen, wohin keine Erfahrung reicht und wo jede nähere Untersuchung unmöglich wird, in Beziehung auf diese eigenthümliche Wärmestrahlung eine Ausnahme machen und sich auf das Verhalten eines Leeren einlassen, was auch nicht auf das Entfernteste irgend eine controlirende Prüfung durch das Experiment zulässt. Unnatürlich ist ferner, dafs, wörtlich genommen, nach Wells die Erde Wärme ausstrahlen und von den Wolken durch Strahlung solche wieder erhalten soll, denn man begreift nicht, wenn einmal der leere Himmelsraum die Wärmestrahlen an sich zieht, warum die Wolken nicht gleichfalls als lockere Massen gegen diese strahlen, statt dessen aber es vorziehn, der Erde ihren durch Strahlung erlittenen Verlust zu ersetzen. Inzwischen läfst sich dieser Einwurf leicht durch Aenderung des Ausdrucks beseitigen, wenn man statt dessen setzt, dafs beider Strahlungen sich aufheben oder vielmehr dafs die Wolken die Strahlung der Erde hindern, wobei dann nur der Umstand unerklärt bleibt, weswegen die Wolken nicht gegen den leeren Himmel strahlen. Man fühlt deutlich, dafs in den meisten Fällen, wenn die Erfahrung das Gegentheil gäbe, dieses sich weit leichter der Theorie anfügen würde. Wäre es Thatsache, dafs bei wolkigem Himmel stärkerer Thau fiele, so würde man sehr consequent argumentiren: die Wolken als lockere Massen strahlen ihre Wärme gegen den hei-

:n Himmel, dadurch wird ihre Feuchtigkeit sich senken
l auf den Erdboden niederfallen. Ebenso soll nach Wells
Nebel die Strahlung weniger hindern; fände aber das Ge-
ıtheil statt, so würde consequent geschlossen werden, der
bel als dichtere und niedriger schwebende Masse strahle
niger, als die höheren Wolken, und lasse daher die Erde
: Wärme weniger verlieren. Man wird diesen Argumenten
Resultate der Versuche mit dem *Aethrioskop* entgegen-
:en, welche die Existenz der Strahlung evident beweisen
en. Wir werden hierauf seiner Zeit zurückkommen, wol-
aber vorerst bemerken, dafs nach den oben mitgetheilten
suchen von Sabine das Thermometer im Focus des Brenn-
:gels nur 0°,44 und 0°,89 R. tiefer stand, als das auf dem Grase.
es aber ein Registerthermometer war und somit die absolut
ste Kälte angab, so ist noch fraglich, ob überhaupt ein
erschied beider statt fand. Vergleicht man aber diese un-
kliche Concentrirung mit der bei den Sonnenstrahlen statt
lenden, so mufs es als unmöglich erscheinen, beide als
ınder nur ähnlich und entgegengesetzt zu betrachten.

Bei der Theorie des Thauens kommt auch ein Phänomen
Untersuchung, welches der Beachtung sehr werth und
ıeswegs so leicht erklärlich ist, als meistens angenommen
l, nämlich die Thatsache, dafs bei heiteren und windstil-
Nächten die Kälte in Vertiefungen von gröfserer Intensität
als auf Anhöhen und Hügeln. Das Gegentheil würde aus
Theorie der Strahlung sehr leicht erklärlich seyn, denn
ı dürfte nur sagen, die Strahlung sey auf den Hügeln stär-
, weil 1) dort ein gröfserer Theil des Himmels übersehn
de; 2) die dünnere Luft die Strahlung weniger hindere;
on umgebenden Gegenständen weniger Wärme durch Strah-
; herzuströme und 4) die höhere, mit Wasserdampf min-
gesättigte Luft nicht stets neuen, beim Niederschlage Wär-
abgebenden Thau absetzen könne. Nun findet aber ge-
das Gegentheil statt und Wells meint daher, die Son-
täubchen in der Luft, die bei Tage durch die Bestrah-
der Sonne vorzugsweise erwärmt würden, gäben auch
Nacht durch Strahlung gegen den heiteren Himmel am mei-
Wärme ab und bedingten hierdurch die stärkere Erkal-
der Erde; aufserdem aber nehme die Wärme der Luft
der Höhe zu, wie Six aus Versuchen bis 220 Fufs hoch

durch Erfahrung bewiesen habe, wovon dann auch auf gröfsere Höhen zu schliefsen sey, und endlich seyen Anhöhen und Hügel nie frei von einem schwachen Luftzuge. Alle diese drei Gründe sind jedoch nichtig. Dafs zuerst die Sonnenstäubchen wegen ihrer Kleinheit ebenso wenig als die Luft, worin sie schwimmen, Wärme durch die Sonnenstrahlen erhalten, ergiebt sich einfach, wenn man in einem Zimmer, worin viele derselben schwimmen, die Sonnenstrahlen durch eine grofse Brennlinse concentrirt und den Lichtkegel von der Seite betrachtet, indem dann kein durch Erhitzung erzeugtes Aufsteigen dieser Stäubchen statt findet, was damit zusammenhängt, dafs nach dem von mir sogenannten *Littrow'schen Problem* ein Spinnenfaden im Focus der stärksten Brennlinse nicht zerstört wird. Im täglichen Gange der Temperatur hat man allerdings als Regel wahrgenommen, dafs die oberen Luftschichten nach Sonnenuntergang ihre am Tage erhaltene Wärme länger zurückhalten, als die nahe über der Erdoberfläche schwebenden, allein der Unterschied der Temperaturen beider ist nicht bedeutend und erstreckt sich nicht auf Höhen, die 500 bis 1000 Fufs erreichen, indem dann die der Höhe proportionale Wärmeabnahme schon das Uebergewicht erhält. Einer Luftbewegung stehn auf Hügeln allerdings die Hindernisse nicht entgegen, die sie in den Vertiefungen hemmen, allein die Fälle, in denen zur Zeit des Frühlings, aber auch im Winter, die Bäume und Gesträuche in den Niederungen erfrieren, während sie an Bergabhängen und auf Hügeln verschont bleiben, ereignen sich gerade bei gänzlicher Windstille, und dafs diese dann auch auf Hügeln statt finde, davon habe ich mich in früheren Zeiten oft überzeugt, wenn ich bei nächtlichen Excursionen, um den Aufgang der Sonne abzuwarten, den Rauch eines angezündeten Feuers bis zu bedeutenden Höhen ungestört lothrecht aufsteigen sah. Die grofse Intensität der Kälte in den Niederungen ist aber ein höchst auffallendes und oft wiederkehrendes Phänomen. Noch im verflossenen Winter 1837 auf 1838 sind die Weinreben in den Niederungen erfroren, an den Hügeln bis zu 600 F. Höhe aber verschont geblieben, und ebendieses war im Jahre 1830 der Fall, wo namentlich die Nufsbäume im Neckarthale zu Grunde gingen, die auf den Anhöhen aber unverletzt erhalten wurden. Ausgedehntere Untersuchungen dieses merkwürdigen Verhaltens

irden noch auf manche interessante Thatsachen führen. So de ich[1], was mir gerade zur Hand ist, für den Januar 1838 Mittel der tiefsten Temperaturen zu Genf = — 8°,96 C. d für den 2491 Meter hohen St. Bernhard = — 14°,34, is aus dem Höhenunterschiede beider Orte sehr gut erklärh ist; die beiden absoluten Minima aber sind für Genf am ten Jan. = — 25° bei ganz heiterem Himmel und — 25°,3 15ten bei bedecktem Himmel, wo also die Strahlung nicht rksam sein konnte. An diesen beiden Tagen war das Minum auf dem St. Bernhard — 19°,4 und — 18°,8, beide le bei heiterem Himmel, wonach also am letzten Tage blofs der Tiefe Nebel herrschen mufste. Die beiden absoluten nima auf dem St. Bernhard aber waren am 9ten und 10ten — 20°,6 am ersten Tage bei ununterbrochener, am zweibei völliger Heiterkeit und am 20sten mit — 21°,8 bei terem Himmel. An diesen Tagen waren zu Genf die Mia = — 7°,6; — 8°,5 und — 14°,6, am ersten Tage bei leckten, an den beiden letzten bei heiterem Himmel. Die ingsten Temperaturen fallen also an beiden Orten nicht auf selben Tage und sind in der Tiefe niedriger als in der he.

Prevost[2] hat diesem Probleme eine ausführliche Unterhung gewidmet und beruft sich dabei unter andern auf das ignifs von Six[3] und insbesondere von Gilbert Wheite[4], nach die zarten Pflanzen am Fufse eines Hügels durch den if zu Grunde gingen, während die auf demselben gesund eben. Als Thatsache nimmt er zugleich an, dafs die Wärder Luft nach Sonnenuntergang mit der Höhe zunehme, l er beruft sich hierbei auf die Messungen von Wells in ?. Höhe, von Pictet in 75 und von Six in 110 und 120 fs Höhe, woraus allerdings eine mit der Höhe stark zumende Wärme hervorgeht. Es darf aber hierbei nicht rsehn werden, dafs ebendieser Umstand die Schwierigkeit Aufgabe vermehrt, indem eine absolute Temperaturvermin-

1 Bibliothèque universelle. Nouv. Sér. Trois. Ann. N. 25. Janv. 3.

2 Mém. de la Soc. de Phys. et d'Hist. Nat. de Génève. T. III. I. Daraus in Bibl. univ. T. XXXV. p. 284.

3 Philos. Trans. 1788. p. 104.

4 Nat. Hist. of Selborne. T. II. p. 147.

derung mit zunehmender Höhe unzweifelhaft ist, mithin der Boden unter der obersten Kruste an tieferen Orten wärmer seyn mufs, als auf höheren, und dafs also die mit ihren Wurzeln bis dahin reichenden Pflanzen an den ersten Orten mehr Wärme aus dem Boden aufsaugen müfsten, als an den letzteren. Was Prevost zur Entzifferung dieses Räthsels, sofern jedoch blofs vom schädlichen Einflusse des Reifes auf Pflanzen die Rede ist, vorbringt, kommt in der Hauptsache auf folgende Sätze hinaus. Zuerst wird als bewiesen angenommen, dafs jeder Körper gegen jeden andern seine Wärme ausstrahle und von jedem andern, mag er wärmer oder kälter seyn, durch Strahlung desselben wieder erhalte, indem die Strahlen neben einander gehn, ohne sich aufzuheben. Das Strahlungsvermögen der Körper steht ferner in Verbindung mit ihrer Oberfläche nebst der dieser eigenthümlichen Beschaffenheit und mit der Wärmecapacität sowohl als der Leitungsfähigkeit derselben, ganz nach den durch Wells hierüber aufgefundenen Thatsachen. Dieses vorausgesetzt wird das fragliche Problem aus zwei Ursachen erklärlich. Zuerst erkaltet der Boden bei Nacht durch Strahlung. Zweitens die zunächst über dem Boden befindliche Luftschicht und alle über ihr liegende nehmen Theil an dieser Erkaltung des Bodens, aber in ungleichem Mafse, theils durch Leitung, theils und vorzüglich durch Strahlung, wobei die oberen Lagen weniger von der Wärme verlieren, die sie vorher vom Boden erhalten haben.

Alles, was Prevost zur Unterstützung und Erläuterung dieser Hypothese vorbringt, bezieht sich auf die namentlich durch Wells aufgefundenen Thatsachen. Gewifs ist wohl, dafs das vorliegende specielle Problem, so wie das ganze Phänomen der Thaubildung leicht erklärt werden kann, wenn man einmal die Strahlung gegen den heiteren Himmelsraum als erwiesene Thatsache, annimmt und ihre Stärke nach den Erscheinungen willkürlich modificirt. Dafs Letzteres wirklich geschehe, ist wohl nicht in Abrede zu stellen, wenn man die oben angegebenen Beispiele berücksichtigt, in denen erwiesen wurde, dafs man, wenn das Gegentheil sich in der Erfahrung zeigt, gerade dieses aus der Theorie der Strahlung sehr consequent ableiten könne. Noch ein Fall dieser Art ist folgender. Das Glas läfst bekanntlich nach Pictet's Versuchen die dunkeln Wärmestrahlen nicht durch, und andere können doch die nach-

en des Bodens nicht seyn. Wenn nun eine umgestürzte
:ke gar nicht bethaut würde, so hätte man damit einen
'eis der wirklichen Strahlung, die durch das Glas aufge-
en würde; da aber die Glocke stark bethaut, so sagt man,
Glas strahlt selbst und wird dadurch kalt; die Strahlung
Bodens unter ihr wird des sichtbaren heiteren Himmels
achtet aufgehoben und die Wärme des Bodens verliert
durch Mittheilung an die Glocke, die ihrerseits durch
ılung erkaltet.

Halten wir uns blofs an die Thatsachen, ohne vorläufige
ahme irgend einer Theorie, so geht aus den Versuchen
idersprechlich hervor, dafs nach dem Aufhören der durch
Sonnenstrahlen hervorgerufenen Wärme der Boden auf sei-
äufsersten Fläche, die Pflanzentheile und sonstige Körper,
tsächlich lockere und schlecht wärmeleitende, um so ra-
: und stärker erkalten, je weniger ihnen Wärme aus der
ebung zugeführt wird. Hieraus folgt dann, dafs sich der
ı auf ihnen niederschlägt, welcher theils aus dem noch
auernd aus dem erwärmten Boden aufsteigenden oder dem
r Luft enthaltenen Wasserdampfe seinen Ursprung erhält.
e Erkaltung ist die alleinige und eigentliche Ursache der
ıbildung, indem die letztere ausbleibt, wenn die erstere
statt findet, entweder weil an trüben Tagen die Wärme
Bodens und der ihn bekleidenden Vegetabilien nicht ge-
erregt wurde, oder weil ein allgemeiner Niederschlag in
tmosphäre bis zu gröfseren Höhen eintritt, welcher durch
ieraus entbundene Wärme die Abkühlung hindert, wo-
ndlich die Menge des Thaues der Quantität der in der
nach den hierüber bestehenden bekannten Gesetzen vor-
nen Feuchtigkeit proportional ist. Man kann noch hin-
en, dafs im Allgemeinen die Erkaltung so viel gröfser
e gröfser vorher die Erhitzung war, worauf die grofse
der Nächte und die profuse Menge des Thaues in den
rn der heifsen Zone beruht, die man gleichfalls auf
ung zurückzuführen pflegt, obschon nicht begreiflich ist,
ı sie unter mittleren und höheren Polhöhen nicht gleich
seyn sollte. Hiermit ist die Bildung des Thaues als
lles Factum erklärt; will man aber zugleich das Schwin-
er einmal erregten Wärme erforschen, so hängt dieses
em allgemeinen Verhalten der Wärme zusammen und steht

keineswegs isolirt da, denn wir haben ähnliche Erscheinu wobei Wärme in grofser Intensität zum Vorschein kommt noch stärker als in diesem Falle wieder verschwindet. z. B. Knallgas entzündet, so kommt eine unglaublich sive Wärme zum Vorschein, welche entweder die beiden arten oder, was wahrscheinlicher ist, das daraus gebildete ser zur Glühhitze bringt und unglaublich expandirt, schnell aber wieder schwindet, der äufseren Luft das Ein gen in den entstandenen leeren Raum gestattet, worauf Detonation beruht, und Wasser von geringerer Wärme, als Gase hatten, seiner gröfseren Capacität wegen, zurückläfst. bald aufgefunden seyn wird, wo bei letzterem Phänomen offenbar vorhandene Wärme bleibt, dürfte es nicht sch seyn, auch die weit geringere Abkühlung, die das Bet zur Folge hat, diesem gemäfs auf ein allgemeines Gesetz rückzuführen, statt dafs es gewifs zu voreilig ist, für das tere Phänomen eine Strahlung gegen das Leere des Him raumes anzunehmen, ohne zugleich zu bestimmen, ob die sache derselben in den terrestrischen strahlenden Körpern dem leeren Raume oder in der Wärme selbst zu suchen sey in welcher Verbindung sie mit dem anderweitigen Verh der Wärme stehe.

Dafs ein Causalzusammenhang zwischen der Thaubild und der Elektricität statt finde, ist zwar früher behauptet word allein nur von Solchen, die bei jedem unerklärlichen Phänom zu jener Potenz ihre Zuflucht nahmen. Uebrigens muss wässerige Niederschlag des Thaues nach den hierüber bek ten Gesetzen einen Einflufs auf die atmosphärische Elektr haben, wie auch den Beobachtern nicht entgangen ist. bereits angegebene Bemerkung, dafs elektropositive und dirbarere Metalle am leichtesten und verhältnifsmäfsig stä bethauen, ist neuerdings durch BONSDORFF[1] mit einer e thümlichen Modification wieder hervorgehoben worden. Versuche unter Glasglocken, die umgestürzt und mit sehr f ter Luft angefüllt waren, fand er, dafs diese Metalle, andern negativen und schwerer oxydirbaren liegend oder vanisch mit ihnen verbunden, bereits merklichen feinen derschlag aufgenommen hatten, während die letzteren

1 Kastner Archiv. Th. VIII. S. 350.

trocken waren, und er sucht dieses auf eine elektrische
ehung zurückzuführen. Wenn aber der Wasserdampf
t, wie man annimmt, elektropositiv ist, so müfste hier-
das Gegentheil statt finden, und aufserdem mufs wohl
der Thaubildung zunächst das Verhalten der Wärme bei
nigen Körpern, welche die Feuchtigkeit überhaupt oder
egierigsten aufnehmen, vorzugsweise berücksichtigt wer-
Die elektropositiven und leicht oxydirbaren Metalle sind
eben die besten Wärmeleiter und die Anhänger der
aren Theorie legen ihnen daher ein gröfseres Strahlungs-
gen bei, weil im Allgemeinen die schlechtesten Wär-
ter am stärksten bethaut werden. Dieses leidet jedoch,
eine abermalige neue Hypothese, auf die Versuche von
DORFF keine Anwendung, indem er sie am Tage und im
er, wenn auch nicht in den directen Sonnenstrahlen, an-
. Betrachtet man das stärkere Wärmeleitungsvermögen
letalle als Folge ihrer stärkeren Affinität zur Wärme, so
natürlich, dafs sie diese gleichfalls nur schwer abgeben,
sich auch zum Bethauen weniger eignen. Blofs hypo-
h wäre, wenn man sagen wollte, die leichter oxydirba-
letalle hätten eine stärkere Affinität zu den Säuren, mit-
ich zum Wasser, dessen einer Bestandtheil gleichfalls der
toff ist. Es würde noch feine Versuche erfordern, wollte
iber dieses Problem mit Bestimmtheit entscheiden.

elten wird die Menge des im Thau herabfallenden Was-
emessen, was mit dem *Drosometer*, einem noch sehr
kommenen Apparate, geschehn müfste. Es sind hierüber
nur wenige Bestimmungen bekannt und die von DAL-
welcher die Menge desselben in England und Wales
rlich 5 Zoll hoch Wasser schätzt, soll nach ihm selbst
ls eine annähernd genaue gelten. Ebendieses ist der
it der oben erwähnten Messung von DAUXION-LA-
E auf Trinidad.

er *Mehlthau* oder *Honigthau* gehört mehr in das Ge-
r Naturgeschichte, als der Physik, mufs aber hier er-
werden, weil man ehemals glaubte, er bestehe aus ei-
nit dem Thau herabfallenden süfsen, klebrigen Safte,
r Pflanzen und Gesträuche überziehe und dann die un-

G. XV. 455.

glaubliche Menge von Blattläusen heranlocke, womit die Pfl
zentheile oft ganz bedeckt sind. Richtig ist, dafs zuw
nach einem feinen Regen beim Sonnenschein das be
Verderben der Pflanzen, wonach sie mit einer mehl
klebrigen Substanz überzogen werden, höchst schnell ei
wodurch dann die herrschende Meinung der Landleute
der Ausdruck: der Mehlthau oder Honigthau falle vom Hi
mel, veranlafst wird. Es ist jedoch weit natürlicher a
nehmen und auch durch Erfahrung bewiesen, dafs der G
in einer Krankheit der Pflanzen selbst liegt, in deren F
sie, vielleicht unter Mitwirkung von Insecten, die fr
Substanz ausschwitzen, und es scheint mir, so weit ich
über urtheilen kann, wahrscheinlich, dafs gewisse Witt
dispositionen solche Erkrankungen schnell herbeiführen,
die Landleute gerade bei solchen feinen Regenschauern,
bunden mit Sonnenschein und schwüler Temperatur, das
abfallen des Mehlthaues fürchten und vorhersagen. La
fand, dafs die Insecten, die man als Ursache oder Folge
jeden Fall als verbunden mit dem Honigthau betrachte
nen süfsen Saft von sich geben, welcher auf den Pf
theilen haftet und namentlich von den Ameisen begie
zehrt wird. Mehrere Beobachter, namentlich Lam
haben gefunden, dafs ein süfser Saft, selbst tropfen
Bäumen herabfällt; auch beobachtet man nicht selten,
zelne Blätter, namentlich zarter Gewächse, allm
mend in denjenigen krankhaften Zustand übergehn,
wegen des sich bildenden mehlartigen Ueberzuges und
in entstehenden Insecten mit dem Namen Mehlthau
zeichnen pflegt. Die Witterung hat demnach auf d
insofern Einflufs, als sie entweder allein, und zwar bei
gegebenen Beschaffenheit einer schwülen, mit abwe
feinem Regen und Sonnenschein verbundenen Hitze, od
Mitwirkung von Insecten den krankhaften Zustand der G
herbeiführt[3].

M.

---

1 Geschichte des Honigthaues. In schwed. Abh. 1762 S.

2 Atmosphaerologie. S. 122. Vergl. Voigt's Magazin Th.
S. 189.

3 Ehrhardt Beiträge zur Naturkunde. Hann. 1792.

Theilbarkeit.

Divisibilitas; Divisibilité; *Divisibility*.

Der Begriff der Theilbarkeit ist an sich klar, auch weifs r, dafs die bekannten Körper aller Art sich in Theile und eich meistens in so kleine Theilchen zerlegen lassen, dafs ich der Messung entziehn. Man blieb aber vom Beginn r näheren Untersuchung der Natur und ihrer Gesetze an diesem einfachen Erfahrungssatze nicht stehn, weil man der Kenntnifs der kleinsten Theilchen der Körper das en der Materie überhaupt zu erforschen hoffte, sondern ihte sich, auf der einen Seite die Elementartheilchen der hiedenen Körper nach ihrer Gröfse und Beschaffenheit en zu lernen, von der andern aber verlor man sich in ichtbare Untersuchungen über die Zwischenräume zwi- diesen Elementartheilchen[1] und den leeren Raum über-, zuletzt aber wollte man gar die unendliche Theilbar- der Materie metaphysisch beweisen. Was in dieser letz- eziehung die Wifsbegierde erregen könnte, ist bereits am neten Orte[2] untersucht worden, weil es mit dem eigentlichen n der Materie und unserer Vorstellung von derselben zu- enfällt; es bleiben daher hier für uns nur diejenigen Be- ngen zu würdigen, wodurch man die Grenze, bis wohin die Theilbarkeit der Materie fortzuführen vermochte, auf- len suchte, obgleich sie zu keinem andern Resultate führ- als dafs die kleinsten Theilchen zuletzt unserer Vorstel- entschwinden und auf keinen Fall Gegenstand unserer ng bleiben.

s ist sehr interessant, zu bemerken, wie weit die Fein- er auf verschiedene Weise getheilten Körper geht, und haben wir viele bereits von den älteren Physikern hier- ngestellte Untersuchungen. Schon die mechanische Thei- erwandelt die Körper in den feinsten Staub, dessen ein- Theile nicht mehr unterscheidbar sind, im stark ver-

---

[1] Vergl. *Porosität*. Bd. VII. S. 888.

[2] S. Art. *Materie*. Bd. VI. S. 1436.

gröſsernden Mikroskope aber noch von beträchtlicher Ausdeh-
nung erscheinen. Das Stärkemehl ist eine höchst feine, pul-
verartige Substanz; man erstaunt aber, wenn man vermittelst
starker Vergröſserungen wahrnimmt, daſs dasselbe aus kleinen
runden Kügelchen besteht, die durch etwas mit Schwefelsäure
gesäuertes Wasser das sie einschlieſsende Häutchen sprengen
und einen aus Gummi bestehenden Kern zurücklassen. Von
unbestimmbarer Feinheit sind ferner die durch Brown unter-
suchten, in tropfbaren Flüssigkeiten eine eigenthümliche Be-
wegung zeigenden *Moleciüle*, wovon bereits oben[1] geredet
wurde, und ebenso läſst sich aus der Dehnbarkeit der Metalle,
der Seide, des Glases, der Spinnenfäden u. s. w. die auſseror-
dentliche Feinheit der Elementartheilchen, woraus sie bestehen,
nachweisen.

Die mechanische Theilung der Körper führt indeſs nur
zu Theilen, welche stets noch wahrnehmbar und meistens so-
gar meſsbar bleiben, allein dieses hört auf bei manchen leben-
den Thierarten (*Infusorien*), die kaum vermittelst starker Mi-
kroskope gesehn werden, deren Bewegung wir jedoch sicher
erkennen und denen wir daher Organe beizulegen uns ge-
zwungen fühlen, die an sich nicht mehr wahrnehmbar und
unmeſsbarer Feinheit seyn müssen. Dieser eigenthümliche
Zweig der Untersuchungen erregte vorzugsweise die Aufmerk-
samkeit älterer Naturforscher. Schon Leeuwenhoek sah
im Wasser über Pfeffer mikroskopische Thierchen, deren Durch-
messer nicht mehr als den tausendsten Theil eines Sand-
korns betrug und deren Masse daher nicht über den tausend-
millionsten Theil eines solchen hinausgehn konnte; dennoch
zeigten sie Bewegung und muſsten also Organe hierfür und
für ihre Ernährung haben, deren Kleinheit über jede Vorstel-
lung hinausgeht[3]. Die neuesten Beobachtungen mit stark
vergröſsernden Mikroskopen geben noch auffallendere Resul-
tate, können aber, auſser der erregten staunenden Bewunde-
rung, die eigentliche Aufgabe über die wirkliche Gröſse und
Gestalt der kleinsten Theilchen der Körper ebenso wenig lö-
sen, als verschiedene andere Bestrebungen ähnlicher Art.

---

1 S. Art. *Materie*. Bd. VI. S. 1447.

2 S. Art. *Dehnbarkeit*. Bd. II. S. 505 ff.

3 Musschenbroek Introd. T. I. §. 72.

eich kleiner zeigen sich die Theile, worin sich die ver-
denslen Körper zerlegen lassen, wenn man Auflösungen
ihnen bereitet, indem sie dann in den Zustand der Flüs-
it übergehn, wodurch schon an sich ihre kleinsten Theile
iren, selbst bei den stärksten Vergröſserungen einzeln wahr-
bar zu seyn. Löst man etwas Kochsalz in reinem Was-
der bereitet man eine salpetersaure Silbersolution, so zei-
sich unter dem Mikroskope allerdings zuweilen einige
gelöste oder später erst wieder entstandene sehr kleine
talle; sind aber die Präparate dieser Art gut bereitet,
t in ihnen keine Spur irgend eines, auch des klein-
begrenzten Theilchens zu entdecken. Wenn man
berücksichtigt, daſs in gefärbten Auflösungen dieser Art
e Pigmente vorhanden seyn müssen, die durch ihren Ein-
auf das Licht die jedesmalige Farbe geben, und daſs diese
Erzeugung einer homogenen Färbung nothwendig überall
r Flüssigkeit verbreitet seyn müssen, so läſst sich durch
nung die Gröſse finden, welche diese Theilchen nicht
teigen können, über welche jedoch nach Wahrscheinlich-
ihre wirkliche Feinheit sehr weit hinausgeht. Als ein
iel dieser Art nahm man meistens 1 Gran Kupfer in Sal-
geist aufgelöst und färbte damit 392 Kubikzoll Wasser mit
siv blauer Farbe. Angenommen, daſs in jedem Theilchen
r Flüssigkeit von der Gröſse eines Sandkorns, deren eine
on auf einen Kubikzoll gehn würden, ein Theil des fär-
en Pigments enthalten war, so muſste das Kupfer in min-
ns 392 Millionen Theilchen getheilt seyn. Aehnliche Re-
e geben ein Gran Carmin in Wasser oder eine schwache
ng von Eisenvitriol, in welche man einen Tropfen Gal-
re tröpfelt. Parrot[1] führt an, daſs ein einziger Tro-
Indigo-Auflösung 500 Kub.-Zoll Wasser ≐ A färbt,
fünfmalhunderttausend sichtbare Theile = B unterscheid-
ind. Indem aber die Masse des Wassers gewiſs fünfhun-
usendmal = C gröſser ist als der Tropfen war, so kön-
die einzelnen Partikeln des Pigments nicht gröſser, als
= ein Fünfhundertbillionstel eines Zolles seyn. Ein an-

1 Grundriſs der theor. Physik. Riga u. Leipz. 1809. 3 Th. 8. S. 17.

derer leichter Versuch führt zu einem ähnlichen Resultate. Wenn man in eine grofse Flasche mit Wasser, worin einige Körnchen Kochsalz aufgelöst sind, nur einen einzigen Tropfen einer gesättigten Auflösung von Silber in Salpetersäure fallen läfst, so wird bald die ganze Masse des vollkommen hellen Wassers opalisirend weifslich und nach einer etwas längeren Einwirkung des Sonnen- oder nur Tageslichtes blauschwärzlich gefärbt erscheinen. Die Masse des in dem Tropfen enthaltenen Silbers, welches die Färbung erzeugt, ist gewifs nicht gröfser, als etwa 0,01 Kubiklinie, und es ergiebt sich dann aus einer gleichen Berechnung, dafs die Gröfse eines einzelnen Farbenpunctes die Gröfse eines Billionstels einer Kubiklinie nicht wohl übersteigen kann. Um aber mit dieser Bestimmung einen deutlichern Begriff zu verbinden, als der blofse Ausdruck geben kann, will ich nur bemerken, dafs jemand, um eine einzige Billion Secunden an einer Uhr zu zählen, Tag und Nacht darauf verwendend, doch 31675 Jahr alt werden müfste. Gehn wir diesen Betrachtungen nach, so werden wir einsehn, mit wie vollem Rechte der geistreiche Biot sagt: Nichts ist absolut grofs oder klein, Alles ist nur relativ und die Natur bietet dem Menschen auf der einen Seite das Grofse, auf der andern das Kleine; beider Grenzen zu erreichen ist ihm jedoch unmöglich.

Die Feinheit der durch mechanische Trennung oder durch Auflösung zu erhaltenden Partikeln wird noch um ein Vielfaches durch eine dampfartige Verflüchtigung übertroffen, und zwar so sehr, dafs dann die Feinheit der Theilchen alle Vorstellung übersteigt. Am besten läfst sich dieses an solchen Substanzen wahrnehmen, deren Dunst auf die Geruchsorgane wirkt, wie hauptsächlich R. Boyle[1] gezeigt hat. Eine kleine Quantität Moschus, etwa von der Gröfse eines Hirsenkorns wird ein grofses Zimmer auf längere Zeit mit seinem Geruche erfüllen, selbst wenn die darin enthaltene Luft mehrmals im Tage wechselt, und wenn man annimmt, dafs an jedem einzelnen Orte, wo die Geruchsnerven afficirt werden, Partikeln des Moschus schweben, so führt dieses auf eine Feinheit dieser Theilchen, die sich jeder Berechnung entzieht, dagegen

1 Exercitat. de mira subt. effluv. In Opp. Gener. 1680. 4.

r die Ueberzeugung begründet, dafs die Theilbarkeit der
per weit über unsere Vorstellung hinausgeht[1].

Dennoch aber bleibt dieses weit hinter dem zurück, was einige
nöopathen, unkundig des Sinnes und der Bedeutung ihrer
sagen und um durch Wunderbarkeit das minder prüfende
licum zu gewinnen, von der Theilung der Arzneimittel in
ntillionsteln aufgestellt haben. Brandes[2] berechnet hier-
h, dafs die 6000jährige Dauer der Menschengeschichte nur
1500 Tage oder 52596000 Stunden beträgt, wofür er in
der Summe 53 Millionen annimmt. Die Weltgeschichte
afst also nur etwa 190000 Millionen Secunden. Wäre die
e während dieser ganzen Zeit von 1000 Millionen Men-
en in jedem Zeitpuncte bewohnt gewesen, und hätte jeder
Secunden eine Dosis jener Medicin genommen, so wären
Trillionen solcher Dosen oder in runder Zahl 200 Tril-
en verbraucht worden. Hätte also ein Arzt seit Adams Zeiten
n lebenden Menschen in jeder Secunde ein Quintillionstel
n eines solchen Arzneimittels gegeben, so wäre bis jetzt noch
ıt ein Tausend-Millionstel eines Granes verbraucht worden.

Der menschliche Kunstfleifs hat stets das Bestreben gezeigt,
eine ähnliche Weise durch Erzeugnisse im Grofsen wie
Kleinen mit den Productionen der Natur zu wetteifern wo-
sich dann aber recht auffallend zeigt, wie weit jene hinter
en zurückbleiben. Einige Beispiele hiervon anzuführen ist
ıt ohne Interesse. In Plauen wurde ein Stück Musselin von 30
nLänge verfertigt, welches nur 26Lth. wog, und Ritberger (oder
perger) Arbeiter spannen als Probestück aus einem Pfunde
hs einen Faden von 23 deuschen Meilen Länge. Noch wei-
brachte man die Feinheit der Gespinnste in Manchester, wo

---

1 Beispiele und Berechnungen, wie weit die feine Vertheilung
ıbarer Stoffe geht, finden sich in Haller Elem. Phys. T. I. p. 155.
sus schrieb eine eigene Dissertation über die feine Vertheilung
Phosphors in Oelen: Diss. de Phosphoro solido et liquido. Franc.
Viad. 1688. 4. Ueber die grofse Theilbarkeit d. Körper handeln
Wolf Vernünft. Gedanken von den Wirkungen in der Natur.
e 1723. 8. S. 8. Nollet Leçons de phys. expér. Leç. I. Nieu-
tt rechter Gebrauch der Weltbetrachtung. Ueb. von Segner. Jena
. 4. Cap. 26. und viele andere.

2 Vorlesungen über die Naturlehre. Leipz. 1830. 3 Th. 8. Th. I.
6. Anm.

höchst genau gearbeiteten Kreisen mit einer auf ihrem Rande aufgetragenen, möglichst absolut richtigen Kreistheilung, welche in horizontaler Lage ruhn und so eingerichtet sind, daſs die zu theilenden Kreise oder Sectoren auf sie gelegt werden können, um die einmal vorhandene normale Theilung auf diese überzutragen. Die Richtigkeit der normalen Theilung vorausgesetzt beruhn dann die Vorzüge der Theilmaschinen vor Allem zuerst auf ihrer Gröſse, weil die Schwierigkeit, sie genau zu verfertigen, wegen der zunehmend gröſseren Masse unglaublich wächst; dann auf der Genauigkeit und Feinheit des Reiſserwerks oder derjenigen Vorrichtung, vermittelst deren die Theilstriche auf dem Rande der zu theilenden Kreise eingeschnitten oder eingerissen werden, und endlich auf der Zweckmäſsigkeit des Mechanismus, durch welchen die ganze Maschine um eine verticale Axe in horizontaler Ebene herumgedreht oder gewöhnlicher das Reiſserwerk von einem Theilstriche des Normalkreises bis zum folgenden fortbewegt wird, um die Theilung schnell und mit möglichster Genauigkeit auf dem zu theilenden Kreise einzuschneiden. Nachdenken und Fleiſs der neueren Künstler haben in dieser Beziehung unglaublich viel geleistet, wie sich bei den ausgezeichneten Instrumenten zeigt, die gegenwärtig aus den vorzüglichsten Werkstätten derselben hervorgehn.

Von weit häufigerem Gebrauche sind die *geradlinigen Theilmaschinen*, von denen man für die Theilung der Scalen aller Art, die in so auſserordentlicher Menge vorkommen, einen sehr ausgedehnten Gebrauch macht. Die meisten derselben, insbesondere diejenigen, womit die *Mikrometer* und die *Gitter* für die optischen Beugungsversuche geschnitten werden, unter denen vorzüglich die von Fraunhofer verfertigte, auch jetzt im optischen Institute zu München befindliche, am berühmtesten geworden ist[1], sind mit einer Mikrometerschraube, einer höchst genauen und dabei doch feinen Schraube, versehen, vermittelst welcher der Schlitten mit dem Reiſserwerke sicher und in den feinsten Intervallen vorwärts oder rückwärts be-

1 Dieser gleich merkwürdige Gelehrte und Künstler schnitt vermittelst dieser Maschine mit einer Diamantspitze 10000 Linien völlig parallel und von ganz gleichen Abständen in einem Raume von einem Par. Zoll in Glas und 32000 mit nicht so vollkommener Genauigkeit

... von
Zoll in Glas

egt wird, um die hierdurch erzielten gröſseren oder kleinen Theile auf die Scalen aufzutragen, die in der Regel festgen, indem der Schlitten mit dem Halter des schneidenden essers über sie hingeschoben wird, obgleich es von der anrn Seite auch gleichgültig seyn würde, wenn man die Scale ter dem feststehenden Schneidewerke hin oder her bewegte. 'egen der oft nöthigen Theilung der Maſsstäbe könnte man Schraube so einrichten, daſs eine bestimmte Menge von ndrehungen derselben gerade eine bestimmte Maſs-Abtheing gäbe, z. B. wenn jeder Schraubengang gerade ein Milneter oder bei ungewöhnlicher Feinheit 0,1 Lin. Höhe hätte; es aber hierauf weit weniger, als auf die absolute Genuigkeit der Schraube ankommt, so läſst man jene unberückhtigt, um diese desto sicherer zu erhalten. Daſs solche hrauben zur Vermeidung des sogenannten todten Ganges eine schlitzte Mutter haben müssen, versteht sich von selbst. Um einere Theile, als die eines ganzen Schraubenumganges, erhalten, wird vorn an der Maschine eine Scheibe lothcht auf die Axe der Schraube und so angebracht, daſs die ometrische Axe der letzteren mit dem Centrum der ersten zusammenfällt. Die Scheibe ist in willkürliche, meistens)0 gleiche Theile getheilt und ein auf der Schraubenspindel stgesteckter Zeiger durchläuft beim Umdrehen derselben diese heile. Soll mit einer solchen Maschine irgend eine Scale theilt werden, so versucht man zuerst, wie viel ganze Umehungen und Theile einer ganzen Umdrehung der Schraunspindel auf die ganze Länge der Scale gehn, und dividirt nn die Zahl der einzelnen Theile in diese Gröſse, um den 'erth einer Abtheilung zu erhalten. Hierbei findet man nicht lten Theile, die sich einzeln nicht mehr messen lassen, sumirt aber einen merklichen Fehler geben würden, wobei dann chts anderes übrig bleibt, als die allmälig durch Summirung achsenden Unterschiede hinzuzunehmen, was jedoch leicht irch Rechnung bewerkstelligt wird, indem man sich jedesal ein Schema für die gesuchte Theilung entwirft. Um dies durch ein Beispiel anschaulich zu machen, wollen wir nehmen, eine gegebene Maschine erfordere 46,66 ganze Umehungen für einen Par. Zoll und der Zeiger auf der Scheibe be Hundertstel einer Umdrehung, die man nach Schätzung it annähernder Genauigkeit in Zehntel zu theilen beabsichtige.



etwas wenig arabischem Gummi an einigen Puncten fest kleb
schiebt das Lineal mit seiner etwas längeren Hülse gleichfal
auf den Stift und trägt die normale Theilung der Messing
scheibe auf sie, was sich mit ausnehmender Geschwindigk
bewerkstelligen läſst. Sollte man gröſsere Scheiben zu theile
haben, als die Messingscheibe selbst ist, so kann man zuvo
eine kleine Scheibe mit der Maschine theilen, diese über di
gröſsere zu theilende legen und von ihr die Theilung ve
mittelst des nämlichen Lineals auf die gröſsere übertragen.

Noch ungleich häufiger, als die Kreistheilung, ist für de
Physiker die geradlinige Theilung dringendes Bedürfniſs, i
dem die Verfertigung von Scalen aller Art in zahllosen Fälle
erfordert wird. Auch für diesen Zweck kann man sich ein
einfachen, bequemen und zugleich hinlänglich genauen Thei
maschine von einer ähnlichen Einrichtung bedienen, als w
che durch Baumgartner[1] in Vorschlag gebracht worden i
Fig. 44. Diese besteht aus zwei starken Stäben von festem Holze A
und CD, etwa 1 Zoll dick, 2 Z. breit und 24 Z. lang, d
durch ein Scharnier bei BD beweglich und zur gröſseren F
stigkeit unten mit 3 Klötzchen unter A, C und BD als U
terlagen versehn sind. Die auf die Scalen überzutragende N
maltheilung könnte auf die Stäbe unmittelbar aufgetragen w
den, genauer und bequemer wird es aber seyn, wenn sie
auf der schmalen Seite eines messingenen Maſsstabes von 1 b
1,5 Lin. Dicke und etwa 3 bis 4 Lin. Breite befindet, w
cher in die Nuth ab oder a'b' gelegt und vermittelst zwei
durch die Schrauben α, β oder α', β' angezogener La
festgehalten, an der Seite des einen der Stäbe so angel
ist, daſs seine getheilte Kante mit der oberen Fläche d
selben in einer Ebene liegt. Um mehrere Zwecke zu err
chen, würde es gut seyn, auf die eine schmale Seite d
Maſsstabes ein bekanntes Maſs, z. B. Pariser oder rheinlän
sche Linien, und auf die andere Millimeter auftragen zu l
sen, um hiernach Scalen von fester Gröſse der Theile zu v
fertigen, wie sie unter andern für Barometer erfordert wer
Die zu theilende Scale wird auf denjenigen Stab gelegt und durch
genannten zwei geeigneten Klemmschrauben auf demselben fe

1 Die Naturlehre nach ihrem gegenwärtigen Zustande u. s.
Supplementband. S. 111.

ten, an dessen Seite sich der Normalmaſsstab nicht be-
let, und man übersieht bald, daſs man Scalen von will-
licher Länge auf diese Weise theilen könne, da es gestat-
ist, sowohl die zu theilende Scale, als auch den Maſsstab
lkürlich hinauf, erstere auch hinab zu schieben.

Um die Theilung mit Genauigkeit von dem Normalmaſs-
ıe auf die zu verfertigende Scale überzutragen, ist noch ein
chlaglineal erforderlich. Dieses besteht aus einem Paralle- Fig. 45.
pedon von hartem Holze oder besser von Messing AB,
ches mit seiner Seite an den Normalmaſsstab angelegt wird,
ırend die drei Lappen a, a', a über der getheilten Seite
und her geschoben werden. Um die Theilung scharf zu
immen, ist der Lappen a in der Mitte geschlitzt, und man
chiebt das Lineal so lange, bis der verlangte Theilstrich
ıu in der Mitte dieses Einschnittes gesehn wird, wobei es
von selbst ergiebt, daſs dann auf der zu theilenden Scale
erforderliche Strich vermittelst des Lineales bc gezogen
l. Soll eine Scale in gleicher Gröſse aufgetragen werden,
ıuſs das Lineal bc mit dem Parallelepipedon AB zwei
te Winkel bilden, wobei es jedoch genügt, dieses nur
ı dem Augenmaſse zu bestimmen, damit die Theilstriche
der Scale nicht schräg erscheinen; das Lineal ist aber in
m Scharnier bei b beweglich und läſst sich in einem be-
gen Winkel feststellen, wodurch man zwei Zwecke er-
ıt; zuerst kann man das Lineal in einen gewissen Winkel
ın, um auf einem Maſsstabe *Transversalen* zu ziehn,
tens bedarf man eine solche Stellung, um die aufzutragen-
Theile der Scale willkürlich zu vergröſsern oder zu ver-
ern. Sollen diese nämlich der Normalscale ganz gleich
en, so müssen beide Schenkel der Maschine AB und CB
ıder parallel und das Lineal bc auf das Anschlagstück
lothrecht gerichtet seyn, verlangt man aber ungleich groſse
le, so wird der Schenkel CD in die Lage CD gebracht,
dann lassen sich die gesuchten Theile willkürlich ver-
ern und verkleinern. Will man die Theile der Normal-
vergröſsern, so legt man die letztere an den Schenkel
die zu theilende Scale aber befestigt man auf dem Schen-
D und führt diesen so weit zur Seite, bis der erfor-
he Winkel = α erreicht worden ist, welchen man so lange
t, bis 1 oder 10 oder 100 Theile der zu verfertigenden

Scale bei Anlegung des bis zu einem gleichen Winkel gedreh-ten Lineals mit ebenso vielen Theilen der Normalscale zu-sammenfallen, was sich durch Probiren leicht erreichen läßt. Heifst dann der Neigungswinkel α, der Theil der Normalscale $ab = T$, der auf der Scale erhaltene Theil $cd = T'$, so ist

Fig. 46.

$$T' = T \frac{1}{\text{Cos.}\,\alpha} = T.\text{Sec.}\,\alpha,$$

will man dagegen die Theile verkleinern, so befestigt man die Normalscale am aufgeschlagenen Schenkel CD, die zu thei-lende Scale aber auf dem Schenkel AB, und erhält dann

$$T' = T.\text{Cos.}\,\alpha = T.\frac{1}{\text{Sec.}\,\alpha}.$$

Sollen dann die zu zeichnenden Theilstriche auf der Scale nicht schräg seyn, so versteht sich von selbst, dafs das Li-neal bc gleichfalls den Winkel α mit dem Anschlagstücke bilden müsse[1].

M.

Theodolit.

Dieses Instrument ist eines der nützlichsten und noth-wendigsten für die Astronomie, Geodäsie und Physik, beson-ders für die optischen Theile der letzten Wissenschaft, weshalb das Vorzüglichste über den Bau und den Gebrauch desselben in einem Werke dieser Art nicht vermifst werden darf.

Fig. 47.

Der Theodolit besteht in seinen wesentlichsten Theilen aus einer horizontalen Scheibe AB und aus einem auf die-ser Scheibe stehenden und mit einem Fernrohre CDE fest ver-bundenen verticalen Kreise FG. Die horizontale Scheibe läfst sich um ihre fixe verticale Axe K und der verticale Kreis läfst sich sammt dem Fernrohre um seine horizontale Axe CH drehn, so dafs demnach durch diese doppelte Dre-hung das Fernrohr sich auf jeden Punct in und über dem Ho-rizonte stellen läfst. Die horizontale Axe CH ruht auf zwei (bei r und s in der Zeichnung sichtbaren) Stützen, die an

---

1 Eine ähnliche, jedoch anders construirte, sehr feine Theil-maschine dieser Art habe ich beim Mechanicus Meierstein in Göttin-gen gesehn.

gen ges

n unteren Enden mit dem horizontalen Kreise AB fest ver-
nden sind und sich daher zugleich mit diesem Kreise be-
egen. Das Fernrohr CDE aber ist in seiner Mitte D unter
iem rechten Winkel so gebrochen, dafs ein im Innern des
ohrs bei D aufgestellter Planspiegel die von dem Gegen-
nde auf das Objectivglas E fallenden Lichtstrahlen in der
chtung CD auf das Ocular C und von da in das vor C
hende Auge des Beobachters reflectirt. Durch diese Ein-
htung eines gebrochenen Fernrohrs sieht also das Auge alle
genstände immer in der horizontalen Richtung CH, welche
ihe über dem Horizonte sie auch haben mögen. Das ganze
trument ruht auf einem Dreifufs, der an seinen Enden von
i starken Schrauben getragen wird, deren Muttern mit ihren
iischen Endspitzen c, d, e in den Boden, auf welchem das
trument aufgestellt wird, fest eingreifen. Zur Schonung
ser Stahlspitzen stellt man sie auf kleine, tellerförmige Un-
lagen von Messing, die auf ihrer obern Seite kleine Ver-
ungen haben, in welche jene Spitzen genau passen. An
untern Seite dieses Dreifufses ist eine dreiarmige Stahl-
er (von welcher man zwei Arme f und g zu beiden Sei-
von b sieht) durch drei Schrauben befestigt. Auf der
tte b dieser elastischen Feder ruht die eigentliche verticale
e ba des Horizontalkreises AB. Diese Axe ist ein Cylin-
von Stahl, der von dem hohlen, an den Dreifufs befe-
ten Cylinder K von Messing umgeben ist. Beide Kreise,
horizontale AB und der verticale FG, sind an ihrem
ide, wo sie einen mit Silber eingelegten Kreis tragen, in
de und Theile des Grades getheilt. Ueber diesen Thei-
gen ist ein fixer metallener Arm (die *Alhidade*) in der
itung der Halbmesser beider Kreise befestigt. Diese Arme
en an ihren äufsersten Endpuncten, bei m und n, einen
nier[1], um dadurch die Stellung der beiden Kreise oder die
Fernrohrs genau angeben zu können. Die eine dieser
daden m ist an den erwähnten hohlen Cylinder K bei a be-
gt und die andere n wird durch ein an dem Horizontal-
e AB angebrachtes Gestelle pq getragen.

Um mit diesem Instrumente einen Gegenstand zu beob-
en, dreht man den horizontalen Kreis in seinem Cylin-

---

1. S. Art. *Nonius*. Bd. IX. Abth. II.

der K, bis der Gegenstand in die Verticalebene des Höhen-kreises FG kommt, und dann dreht man diesen Höhenkreis sammt seinem Fernrohre, so lange, bis der Gegenstand im Felde des Fernrohrs und zwar in dem Durchschnitte der beiden Kreuzfäden erscheint, die in dem Brennpuncte dieses Fernrohrs ausgespannt sind. Zur genaueren Stellung des Fernrohrs hat man an den beiden Kreisen eigene Mikrometerschrauben angebracht, durch welche man diesen Kreisen eine kleine Bewegung vor- oder rückwärts ertheilen kann. Hat man diese Stellung des Fernrohrs ausgeführt, so zeigt die Alhidade m des Kreises AB die horizontale und die Alhidade n des Kreises FG die verticale Richtung des Gegenstandes auf dem getheilten Rande der beiden Kreise an.

Bei einigen dieser Instrumente ist der Horizontalkreis AB ein doppelter concentrischer Kreis, um damit die horizontalen Winkel nach der Art zu *multipliciren*, wie dieses bereits oben[1] erklärt worden ist. Bei noch vollkommneren Instrumenten dieser Art ist auch der Verticalkreis doppelt, um damit die Verticalwinkel zu multipliciren. Ein so eingerichtetes Instrument wird *Universalinstrument* genannt. Doch ist das oben beschriebene Theodolit mit einfachen Kreisen, wenn es mit Sorgfalt gearbeitet ist, zu beinahe allen Beobachtungen der Physik und Optik, ja selbst der Geodäsie, vollkommen hinreichend und überdieſs von viel geringeren Kosten, wie wir am Ende dieses Artikels sehn werden.

Rectification des Theodoliten.

Ehe man aber mit einem solchen Instrumente zu den Beobachtungen übergeht, muſs es vorerst in allen seinen Theilen berichtigt oder *rectificirt* werden. I. Zu diesem Zwecke muſs zuerst der untere Kreis AB horizontal oder, was dasselbe ist, seine (auf die Ebene dieses Kreises schon von dem Mechaniker genau senkrecht gestellte) Axe ab muſs vertical gestellt werden. Dieses geschieht mittelst einer Wasserwaage (Libelle), die man auf die horizontale Drehungsaxe CH auflegt, nachdem man diese Axe nahe in die Richtung von zwei der drei untersten groſsen Fuſsschrauben des Instruments gebracht hat.

1 S. Art. *Multiplicationskreis.* Bd. VI. S. 2461.

Man bringt nämlich durch Drehung der einen dieser zwei 'ufsschrauben die Luftblase der Libelle an einen bestimmten)rt, z. B. an den Punct 10 der bezeichneten Glasröhre, dann vendet man den Kreis AB nahe um 180 Grade um, so dafs lso die Axe CH wieder nahe mit denselben zwei Fufsschrau-ıen parallel wird. Ist die Blase bei dieser zweiten Stellung er Libelle nicht mehr bei dem früheren Theilpuncte der Glas-öhre, sondern z. B. bei dem Theilstriche 18, so bringt man ie, durch eine jener zwei Fufsschrauben, auf das Mittel jener wei Zahlen oder auf $\frac{1}{2}(10 + 18) = 14$. Wenn dieses ge-chehn ist, so dreht man den Kreis AB blofs um 90 Grade veiter, so dafs also die Axe CH jetzt durch die dritte jener rei Fufsschrauben geht, und bringt hier, aber blofs mit dieser ritten Schraube, die Blase wieder auf den letzten Theilstrich 4. Dadurch hat man das Instrument dahin gebracht, dafs die ibelle in allen Lagen des Kreises AB immer denselben Theil-trich 14 zeigt, zum Beweise, dafs dieser Kreis nun selbst orizontal gestellt ist.

Gewöhnlich wird man, wenn der anfängliche Fehler des Kreises AB zu grofs war, dieses Verfahren noch ein- oder weimal wiederholen müssen, wodurch der Fehler immer mehr erkleinert wird, bis er endlich ganz unmerklich ist. Will ıan dann nach hergestellter Horizontalität dieses Kreises auch och die Libelle selbst rectificiren, so darf man nur (mittelst er eigenen Correctionsschraube dieser Libelle, die auf die age der Glasröhre wirkt) die Luftblase derselben genau in ie Mitte der Glasröhre bringen. Doch ist dieses nicht noth-endig, da es schon, wie man aus dem Vorhergehenden eht, genügt, wenn die Luftblase für den horizontalen Stand er Libelle nicht zu weit von der Mitte der Glasröhre ent-rnt ist.

II. Um dann auch die Drehungsaxe CH des Verticalkrei-s FG genau horizontal (und sonach diesen Verticalkreis selbst nau vertical) zu stellen, wird man bei unveränderter Lage s unteren Kreises AB dieselbe Libelle zuerst in einer und nn auch in der entgegengesetzten Lage auf dieser Axe CH ıfstellen, so dafs dasselbe Ende der Libelle einmal nach C ıd einmal nach H zu stehn kommt. Steht die Blase in iden Lagen der Libelle bei verschiedenen Theilstrichen, B. bei 22 und 18, so wird man sie wieder auf das Mittel

$\frac{1}{2}(22 + 18) = 20$ bringen, und zwar (mittelst einer dazu bestimmten Correctionsschraube) durch Verlängerung oder Verkürzung der einen Stütze r oder der andern s, auf welche nach dem Vorhergehenden die Axe CH aufruht. Uebrigens wird man auch diese Operation, wenn es nöthig ist, wiederholen, bis der etwa noch übrige Fehler ganz unmerklich wird.

III. Um endlich noch das Fadenkreuz im Brennpuncte des Fernrohrs gehörig aufzustellen, richtet man dieses Kreuz auf einen weit entfernten und scharf begrenzten Gegenstand, und bewegt dabei das Ocular des Fernrohrs (in der für dasselbe bestimmten Röhre) so lange vor- oder rückwärts, bis der Gegenstand im Fernrohre vollkommen deutlich erscheint.

Sieht man dann das Fadenkreuz undeutlich, so rückt man auch dieses Kreuz (mittelst einer eigenen Schraube) so lange vor oder zurück, bis dasselbe ganz scharf und schwarz erscheint, oder bis es den Punct des Gegenstands, auf welchen man es gestellt hat, nicht mehr verläſst, wenn man auch das Auge vor dem Oculare hin und her bewegt. Dadurch ist das Fadenkreuz in den Brennpunct des Fernrohrs gebracht. Um aber dann auch den verticalen Faden desselben in der That genau vertical zu stellen, wird man diesen Faden durch eine sanfte Bewegung des Fernrohrs in seiner Verticalebene an einem scharf begrenzten Gegenstande, der ganzen Länge des Fadens nach, herabgehn lassen. Wenn der Faden bei dieser Bewegung den Gegenstand verlassen oder in ihn tiefer als anfangs einschneiden sollte, so dreht man ihn (mittelst einer eigens dazu bestimmten Schraube) so lange um seinen Mittelpunct, bis dieser Fehler nicht mehr bemerkt wird. Dadurch ist dann auch der andere Faden horizontal gestellt worden, da derselbe schon von dem Künstler auf den ersten senkrecht gebracht wurde. Um endlich noch denselben verticalen Faden des Kreuzes so zu stellen, daſs die durch ihn und durch die Mitte des Objectivs E gehende Ebene auch senkrecht auf der Drehungsaxe CH (oder, was dasselbe ist, parallel mit dem Verticalkreise FG) wird, bringe man diesen Faden auf einen wohlbegrenzten Gegenstand und lese die Alhidade m des Horizontalkreises AB ab. Nehmen wir an, man habe so den Winkel 36° 48′ 20″ gefunden. Dann dreht man diesen Kreis und mit ihm das Fernrohr genau um 180 Grade, indem man

ı auf 216° 48′ 20″ stellt, und bringt in dieser Lage des
ıtruments das Fernrohr wieder auf den frühern Gegenstand.
ifft hier der Faden den Gegenstand nicht mehr genau, so
rücke man den Kreis, bis dieses geschieht. Gesetzt der
eis zeige in dieser neuen Lage 216° 47′ 50″, also 30″ zu
nig gegen seine frühere Stellung. Man bringe also den
eis auf die Mitte zwischen diesen beiden Lesungen oder auf
)° 48′ 5″, und nachdem man so den Kreis um die eine
lfte des ganzen Fehlers von 30″ verbessert hat, verbessere
n auch die andere Hälfte durch Verrückung des Fadens,
em man denselben genau auf seinen früheren Gegenstand
ückführt.

Noch muſs bemerkt werden, daſs der Künstler denjenigen
ıct des Verticalkreises, welcher dem Horizonte oder dem
ith entspricht und durch 0° oder 90° bezeichnet seyn soll,
ht eigens angedeutet, sondern daſs er den Anfangspunct 0°
Zählung ganz willkürlich angenommen und dem Beobach-
die Bestimmung desselben überlassen hat. Um ihn zu be-
nmen, darf man nur einen Gegenstand zweimal mit umge-
ndetem Instrumente beobachten, so daſs z. B. der Vertical-
is FG einmal rechts und dann links von dem Beobachter
ht. Wenn in diesen beiden Beobachtungen der Gegenstand
ıau an den horizontalen Faden gebracht und der Vertical-
is mittelst seines Verniers abgelesen worden ist, so wird
Mittel aus den beiden Ablesungen den gesuchten höchsten
ıct des Kreises FG oder denjenigen Punct des Krei-
geben, auf welchen dieser Kreis gestellt werden muſs,
ın das Fernrohr genau vertical oder gegen das Zenith ge-
ıtet seyn soll. Ist nun der so gefundene höchste Punct des
ıises z. B. um 3° 12′ 40″ von dem numerirten Null-
ıcte entfernt, so wird man alle mit diesem Kreise beob-
teten Zenithdistanzen in der einen Lage des Kreises um
12′ 40″ vermehren und in der andern um ebenso viel ver-
ıdern, um die gesuchte wahre Zenithdistanz des beobach-
n Gegenstandes zu erhalten.

Aehnlich mit dem Theodoliten, in Einrichtung und Ge-
ıch, ist der sogenannte *Höhen- und Azimuthalkreis*, der
züglich in England gewöhnlich ist. Man sieht auch hier
ı horizontalen Kreis AB, der auch Azimuthalkreis genannt
d, und den verticalen Kreis FG, das Fernrohr CE, die

Fig. 48.

beide Kreise verbindende verticale Säule K und endlich das
dreifüfsige Piedestal, auf welchem das ganze Instrument ruht.
Der Verticalkreis hat zwei einander gegenüberstehende Ver-
niers n und n und eine Druckschraube D, durch welche er
an die Säule K so befestigt werden kann, dafs ihm mittels
einer Mikrometerschraube L noch eine kleine Bewegung in
seiner Verticalebene verstattet ist, um den schon nahe auf das
Object gestellten horizontalen Faden des Fernrohrs ganz genau
auf denselben bringen zu können. Ebenso hat der Azimuthal-
kreis A B drei Verniers m, m, m und auch bei d und l seine
Druck- und Mikrometerschraube, mittelst deren die Säule K
sammt dem an ihr befestigten Verticalkreise noch etwas im Ho-
rizonte verschoben werden kann. Ist aber diese Druckschraube
d offen oder gelöst, so lassen sich Säule und Kreis frei im Ho-
rizonte drehn. Eine ähnliche Schraube sieht man in N, durch
welche der an das Fufsgestell befestigte Azimuthalkreis AB
und mit ihm also auch die Säule K und der Verticalkreis FG
noch um einige Grade in horizontaler Richtung sich verstel-
len läfst, um jede kleine Verrückung des verticalen Kreises,
die während der Beobachtungen statt haben kann, durch diese
Schraube N wieder herzustellen. Bei M sieht man das eine
Ende der Libelle, die an der Säule K befestigt ist und die,
wie bei dem Theodoliten, zur horizontalen Einstellung des Azi-
muthalkreises A B dient, wodurch zugleich die auf diesen Kreis
senkrecht gestellte Axe K, so wie der mit dieser Axe parallel
gestellte Kreis FG die nothwendige verticale Lage erhält.
Endlich sieht man noch bei F, G und B die Loupen oder
Mikroskope, die sich über die ganze Peripherie ihrer Kreise
bewegen lassen und die zur genauen Ablesung der feinen Stri-
che der Eintheilung dienen, welche am Rande der beiden Kreise
angebracht ist. Bemerken wir noch, dafs die Rectification und
der Gebrauch dieses Instruments von dem des Theodoliten
nicht wesentlich verschieden ist und leicht aus dem oben Ge-
sagten genommen werden kann.

Da dieses das letzte gröfsere Instrument ist, welches in
unserm Werke beschrieben wird, so mag es nicht unange-
messen erscheinen, auch die Preise kurz anzugeben, für wel-
che man die vorzüglichsten dieser Instrumente erhalten kann.
Von den Mikroskopen, den dioptrischen Fernröhren und den

piegelteleskopen ist dieses schon oben[1] geschehn, daher sie ier übergangen werden können.

Der zuletzt erwähnte Azimuthal- und Höhenkreis, dessen eide Kreise einen Durchmesser von $3\frac{2}{10}$ Par. Zoll haben, wird London von Robinson um 10 Pfund, nahe 100 fl. Augsb. our., in dem polytechnischen Institute zu Wien aber mit derselben ollkommenheit um 80 bis 90 fl. verfertigt. In demselben polychnischen Institute erhält man den oben beschriebenen Theoliten, dessen horizontaler Kreis $7\frac{8}{10}$ Par. Zoll und dessen rticaler $5\frac{8}{10}$ Zoll hat, um 280 fl. Der Horizontalkreis giebt it 4 Verniers unmittelbar 10 Secunden und der Verticalkreis e einzelnen Minuten.

Ebendaselbst werden endlich auch folgende, in den frürn Artikeln dieses Werkes erwähnte Instrumente verfertigt. ie Zolle sind in Wiener Maſs (der Wiener Zoll ist gleich 97312 Par. Zoll) und die Preise in Augsb. Cour. oder sonannter Conventionsmünze.

Multiplicationstheodolit von 8 Zoll Durchmesser des Hoontalkreises und 6 Zoll des Verticalkreises, jener zu 10 Seden, dieser zu einzelnen Minuten getheilt, Fernrohr mit 13 ll Brennweite und $1\frac{1}{10}$ Zoll Oeffnung, sammt Aufsatzlibelle d Kasten . . . . 400 fl.

Multiplicationstheodolit von 12 Zoll Durchmesser des Hoontalkreises und 7 Zoll des Verticalkreises, jener zu 4 Seden, dieser zu 10 Secunden getheilt, Fernrohr mit 17 Z. ennweite und 1,3 Zoll Oeffnung, sammt Libelle nnd Kan . . . . 600 fl.

Dasselbe Instrument, aber nicht zur Multiplication einichtet . . . . 450 fl.

Universalinstrument; der Horizontalkreis hat 14 Zoll rchmesser und ist durch 4 Verniers von 4 zu 4 Secunden heilt; der Verticalkreis hat 10 Z. Durchmesser und giebt ch 4 Verniers unmittelbar 10 Secunden; das Fernrohr ist der Mitte gebrochen und seine Brennweite hat 22 Zoll, ıe Oeffnung aber 1,8 Zoll; zwei Libellen zum Aufsetzen, euchtung durch die Axe, das Ganze in zwei Kasten 1150 fl.

---

1 S. Art. *Mikroskop* Bd. VI. S. 2281 und *Teleskop* oben No. U. V.

Multiplicationskreis von 19 Zoll Durchmesser, durch Verniers zu 4 Sec. getheilt, und von 9 Zoll; Azimuthalkr in 10 Sec. getheilt; Fernrohr von 24,5 Zoll Brennweite, Z. Oeffnung, prismatisches Ocular, drei Libellen, Beleuchtungslampe, das Ganze in zwei Kasten 1200

Dem vorigen gleich und ähnlich, aber ohne Multiplication 1000

Passageninstrument von 38 Zoll Länge der Horizontalaxe, mit Fernrohr von 73 Zoll Brennweite und 4½ Z. Oeffnung, 3 astron. Oculare, grofse Hängelibelle, Beleuchtung und Balancirungs-Apparat, Aufsuchkreis von 18 Zoll Durchmesser 1600

Passageninstrument von 26 Zoll Länge der Horizontalaxe, mit Fernrohr von 43 Z. Brennweite und 2,9 Zoll Oeffnung, 3 astron. Oculare, eine Hänglibelle, Beleuchtungs- Balancirungsapparat 700

Aequatoreal[1], Durchmesser der beiden Kreise 24 Zoll der Stundenkreis ist in einzelne Zeitsecunden, der Declinationskreis in 4 Raumsecunden mittelst Verniers getheilt; die Stundenaxe hat 48, die Declinationsaxe 12 Zoll; das Fernrohr hat 48,5 Zoll Brennweite und 3,5 Zoll Oeffnung; Libellen u. s. w. 2500

Portatives Aequatoreal auf 2 Fufs hohem soliden Gestelle von Gufseisen; der Stundenkreis hat 10 Zoll Durchmesser, der Declinationskreis 13,5 Zoll, jener giebt einzelne Zeitsecunden und dieser 4 Raumsecunden mittelst des Verniers; die Stundenaxe ist 27 Zoll lang, das Fernrohr hat 3 Zoll Brennweite, 2,5 Zoll Oeffnung und 3 astronomische Oculare, zwei Libellen u. s. w. 1000

Meridiankreis von 37 Zoll Durchmesser; der Kreis giebt mittelst 4 Verniers, unmittelbar 2 Secunden, die Horizontalaxe ist 34 Z. lang, das Fernrohr hat 61 Z. Brennweite, 4,1 Oeffnung; dabei eine grofse Hänglibelle und eine kleinere Versicherung des Standes der Alhidade 3100
und der Wagen zur Umlegung des Instruments . . 180

Meridiankreis von 24 Zoll Durchmesser, durch

---

1 S. Art. *Meridiankreis*. Bd. VI. S. 1805.

iers von 4 zu 4 Secunden getheilt; die Horizontalaxe
24 Zoll Länge, das Fernrohr hat 48½ Zoll Brennweite und
Zoll Oeffnung . . . . 1600 fl.

L.

'hermoelektricität. Thermomagnetismus.

Thermoelectricitas, *Thermomagnetismus*; Ther-
lectricité, Thermomagnétisme; *Thermo-electri-*
', *Thermo-Magnetism.*

Mit diesem Namen bezeichnet man im engern Sinne die-
;e Classe von elektrischen Erscheinungen, welche durch
blofse Einwirkung der Wärme auf die besten Leiter der
tricität, insbesondere auf Metalle, erregt werden und mit
hen zugleich auf eine gesetzmäfsige Weise magnetische
risationserscheinungen in diesen Körpern auftreten. Indem
die hier vorkommenden Erscheinungen als von einer
tricitätserregung oder Störung des elektrischen Gleichge-
ites abhängig ansieht und deren Erregung als das eigent-
Fundamentalphänomen betrachtet wird, gebührt dieser
se von Erscheinungen mit Recht der Name Thermoelektrici-
wodurch die charakteristische Art ihres Ursprungs ausgedrückt
. Ebendiese Art des Ursprungs wird durch den Namen
rmomagnetismus ausgedrückt, sofern man zunächst nur den
netismus, unter welcher Form nämlich die hier erregte
igkeit sich kund thut, ins Auge fafst. Da die häufigste
wirksamste Form, unter welcher diese Erscheinungen auf-
n, die eines in sich zurückgehenden Kreises oder Bogens
insofern mehrere Individuen als Glieder in diesen Kreis
hn, die Form einer Kette ist, dieselbe, unter welcher
die gewöhnlichen galvanischen Erscheinungen auftreten,
nterscheidet man jene Kette durch den Namen der *thermo-*
rischen von der gewöhnlichen galvanischen als der *hydro-*
rischen und die elektrischen Ströme, welche in jener
als wirksam angenommen werden, als *thermo-elektri-*
von den gewöhnlichen galvanischen als *hydro-elektrischen*,

so wie auch von denen, welche durch die Schliefsung u
Oeffnung eines Magnets erzeugt werden, von den *magne*
elektrischen.

I. Das Geschichtliche.

Dafs durch den blofsen Einflufs der Wärme das na
che Gleichgewicht der Elektricität gestört und elektrische P
larisation erregt werden könne, war den Physikern längst b
kannt. Man hatte diese Erscheinung schon in früher Zeit
dem *Turmaline* erkannt und in neuern Zeiten an mehr
andern krystallisirten Mineralien nachgewiesen. Diese Art
Thermoelektricität, welche man zum Unterschiede von de
nigen, die uns hier beschäftigt, die *Krystall-Elektricität* n
nen könnte, bildet jedoch eine ganz eigene Classe von E
scheinungen von *statischer* Elektricität, während die hier
zuhandelnden zu den *elektro-dynamischen* gehören. Ers
werden in der Regel als dem Turmalin eigenthümlich
kommend betrachtet. Der Entdeckung der thermoelektrisch
Erscheinungen im engeren Sinne als unter der Form des Th
momagnetismus mufste erst der grofse Schritt vorangehn,
Oersted auf dem Gebiete des Galvanismus gemacht hatte,
folgte aber auch demselben sehr bald nach. Sie gebührt
schliefslich dem ausgezeichneten Physiker Seebeck, der
erste Mittheilung seiner Versuche der Berliner Akademie
einer Vorlesung am 16. August 1821 machte[1]. Seebeck
durch seine Untersuchungen über den Magnetismus der hydr
elektrischen Kette auf diese interessante Entdeckung geleitet w
den. Er bemerkte nämlich bei Anwendung vorzüglich des W
muths und Antimons in Form einer Scheibe eine Ausn
von dem allgemeinen Gesetze, dafs durch heterogene Met
nur wenn sie unter Mitwirkung einer Flüssigkeit zur Kette gesch
sen sind, ein elektrischer Strom und davon abhängiger Magn
mus hervorgerufen werde. Es zeigte sich nämlich merkliche A
kung einer innerhalb eines Metallbogens aus Antimon und K
Wismuth und Kupfer angebrachten Magnetnadel, als See

1 Denkschriften der Akademie der Wissenschaften zu B
Aus den Jahren 1822 und 1823. S. 265. Auch in Poggendorff An
1. 133. 253.

seinen Fingern das eine Metallstück hinabdrückte und so
Bogen schloſs. Bei weiterer Verfolgung dieser Erschei-
gen und durch Abänderung der Umstände entdeckte er
, daſs die Erwärmung der Berührungsstelle beim Schlieſsen
Kreises durch seine Finger die eigentliche Bedingung des
lgs gewesen sey, und die neue Bahn war gebrochen. See-
k verfolgte seine Entdeckung nach allen Seiten und sam-
e eine Masse von Thatsachen, durch welche die neuent-
ten Verhältnisse auf eine erschöpfende Weise aufgeklärt
len. Ungeachtet schon im August und October 1821 und
tzt im Februar 1822 in verschiedenen Vorlesungen diese
ersuchungen der Berliner Akademie mitgetheilt wurden, so
hienen sie doch erst im Jahre 1825 im Druck. Indeſs ver-
ete sich die Kunde der wichtigen Entdeckung durch
dliche Mittheilung, jedoch nur unvollständig. So kam es
, daſs Yelin in München unabhängig von Seebeck am
n März 1823 eine wichtige Thatsache, die übrigens See-
k schon früher erkannt hatte, entdeckte, nämlich, daſs
Bogen von einem homogenen Metalle zur Erregung ther-
lektrischer Ströme hinreichten, eine Thatsache, welche er
Verbindung mit vielen andern, ihm eigenthümlichen Er-
ungen im Gebiete des Thermomagnetismus der bairischen
demie der Wissenschaften in München in zwei Vorlesun-
mittheilte[1].

Durch Oersted, der im Jahre 1823 nach Paris reiste, wur-
diese merkwürdigen Erscheinungen auch den Franzosen be-
nt. Oersted vereinigte sich damals mit Fourier, und
waren die Ersten, welche eine thermoelektrische Säule nach
der Volta'schen aus Wismuth und Antimon zusammen-
ten und durch eine Reihe sinnreicher Versuche das Ge-
der Verstärkung der thermomagnetischen Wirkung durch
solche Säule bestimmten[2]. In diesem Jahre begann auch
querel seine Versuche über das thermoelektrische Verhal-
der Körper; er construirte aus einem einzigen Metalle, aus
ferdraht, einen thermoelektrischen Apparat, und bestimmte
h genaue messende Versuche den Einfluſs der verschie-

1 G. LXXIII. 361. 415.
2 Ihr Aufsatz findet sich in Schweigger's Journ. Th. XLI. S. 48.
den Annales de Chim. T. XXII. p. 375. übersetzt.

denen Temperaturen auf Verstärkung und Umkehrung der the-
momagnetischen Polaritäten, wie man ihm denn auch d-
Feststellung des Gesetzes der thermomagnetischen Reihe ve-
dankt[1].

In Holland wurde SEEBECK's Entdeckung durch ei-
Reihe von Versuchen von A. VAN BEECK, MOLL und Zu-
LEN NYVELT bestätigt, ohne jedoch etwas Wesentliches h-
zuzufügen. In England stellte CUMMING in Cambridge ei-
grofse Reihe von Versuchen an, bestimmte viele Verhältni-
ohne von SEEBECK's Arbeiten Kenntnifs zu haben, und fü-
eine neue wichtige Thatsache hinzu, indem er durch therm-
elektrische Ströme Rotationsbewegungen um die Pole von M-
gneten zu Stande brachte[2]. Später untersuchte STURGEON d-
thermomagnetische Verhalten von Metallen, die in verschie-
nen Gestalten gegossen worden waren[3].

In Italien bethätigte NOBILI, der sich so viele Verdien-
um die Lehre vom Galvanismus und Elektromagnetismus e-
worben, auch auf dem Gebiete des Thermomagnetismus s-
nen Scharfsinn und sein grofses Experimentirtalent; sein g-
tes Verdienst in dieser Hinsicht ist die Anwendung der the-
moelektrischen Säule als Thermometer, das auch das emp-
lichste Differentialthermometer übertrifft und durch dessen H-
allein es dem Italiäner MELLONI gelingen konnte, seine sc-
nen Entdeckungen über die strahlende Wärme zu mach-
Endlich verdienen noch die grofse Reihe von Versuchen, w-
che EMMET in America[5] über die thermomagnetischen E-
scheinungen von kalten und heifsen Metallen auf einander a-
gestellt hat, und BOLTO's[6] Versuche über die chemisch-
Wirkungen des elektrischen Stromes mächtiger thermomagne-
tischer Saulen hier eine Erwähnung.

---

1 Poggendorff's Ann. IX. 345. Schweigger's Journ. Th. XX-
S. 448. Besonders aber Traité de l'Électricité et du Magnétisme -
BECQUEREL. Tom. II. III. Paris. 1834 u. 1835.

2 Schweigger's Journ. Th. XL. S. 302.

3 Philos. Magazine Juli 1831.

4 NOBILI's Arbeiten finden sich in mehreren Aufsätzen in Schwei-
ger's Journ. Th. LIII. S. 264. und in Poggendorff's Ann. XX. -
XXVII. 416.

5 Silliman's Journ. 25. u. 26. Band.

6 Poggendorff's Ann. XXVIII. 238.

II. Die Thatsachen.

Thermoelektrische Ketten aus zwei verschiedenen Metallen.

Die Volta'sche Theorie der Contact-Elektricität giebt eine igende Rechenschaft von der Unwirksamkeit einer in sich ckgehenden und in zwei Puncten sich berührenden Verung zweier heterogener Körper, mögen diese aus einer der en Hauptclassen der Erreger des Galvanismus, den trocke- oder den feuchten, oder aus beiden Classen zugleich gemen seyn. Dieselbe Theorie giebt auch genügende Reschaft von der Unwirksamkeit jeder aus bloſsen Erregern ersten Classe zusammengesetzten Kette, in welcher Zahl Abwechselung auch diese Erreger auf einander folgen mö- und zwar aus dem durch alle Versuche festbegründeten tze der Spannung, welchem zufolge die nach entgegengesetzeiten auftretenden Spannungen oder ihre Summen sich überall ommen gleich sind und sich einander im Gleichgewichte ern, so daſs kein elektrischer Strom zu Stande kommt. In Bezie- auf die zweigliedrigen Ketten aus einem Erreger der ersten einem Erreger der zweiten Classe hatte indeſs die Erfahrung rt, daſs ein Uebergewicht der Zahl der Berührungspuncte er einen Stelle über die an der andern Stelle zu einem, gleich sehr schwachen, elektrischen Strome Veranlas- geben könne; dagegen hatte sich für die Erreger der Classe so wenig in den zweigliedrigen als in den mehrglien Ketten ein solcher Einfluſs des Uebergewichts der Bengspuncte auf der einen oder andern Seite nachweisen . Diese vollkommene Unwirksamkeit geschlossener Ketus Erregern der ersten Classe[1] gilt jedoch nur unter der

---

[1] Ganz neuerlich hat Mosen (Repertorium der Physik. Th. II. S. Versuche bekannt gemacht, die diesem Satze zu widersprechen en. Er will nämlich einen freilich nur schwachen elektrischen erhalten haben, wenn er mit dem Quecksilber, mit welchem ine Ende des Multiplicators in Verbindung stand, eine Zink- in Berührung brachte, die an dem andern Ende des Multiplihing, und schreibt diese Wirkung der chemischen Verbindung inks mit dem Quecksilber zu. Auch mit Legirungen aus Zink inn, Zink und Blei will er unter diesen Umständen einen Strom



Bedingung einer Gleichheit der Temperatur derselben und namentlich keiner merklichen Differenz der Temperatur an ihren Berührungsstellen. Sobald diese statt findet, tritt auch sogleich eine Störung des elektrischen Gleichgewichts und damit gegebene elektrische Strömung durch den Umkreis der Kette ein, die sich zunächst durch jene merkwürdige elektromagnetische Thätigkeit kund giebt, welche der gewöhnliche galvanische (hydroelektrische) Strom in den Metallen, die ihm zu Leitern dienen, hervorruft, und durch welche auch am sichersten die Richtung und die Intensität der thermoelektrischen Ströme und eben damit das Verhalten der Metalle und anderer Körper gegen einander in dieser besondern Art von Ketten erkannt wird. Der einfachste Apparat, womit diese Erscheinungen in einem auffallenden Grade dargestellt werden, ist der in der Zeichnung gegebene. Man löthet an die beiden Enden einer Stange von Wismuth von 6 bis 9 Zoll Länge, einem halben Zoll Breite und einer oder zwei Linien Dicke einen dünnen Kupferstreifen von gleicher Breite, welcher zweimal rechtwinklig gebogen und von dem Wismuthstreifen hinlänglich entfernt ist, um zwischen beiden auf einem kleinen Fuſse eine Magnetnadel aufstellen zu können. Man stellt diese in sich zurückgehende Combination so, daſs die Längenaxe der Streifen in die Ebene des magnetischen Meridians fällt und also die Richtung der Magnetnadel parallel mit

Fig. 49.

---

erhalten haben, den die Ablenkung der Magnetnadel anzeigte. Diese Wirkung war mit einer allmäligen Auflösung des Quecksilbers verbunden. Kupfer zeigte nichts. Ich habe mit der gröſsten Sorgfalt mit sehr groſsen blanken Zinkplatten und Stanniolplatten diesen Versuch, aber ohne allen Erfolg, wiederholt. An der geringen Empfindlichkeit meines Multiplicators kann das Nichtgelingen nicht gelegen haben, da mir durch denselben Ströme in andern Fällen angezeigt wurden, wo Moser sie nicht erhielt, z. B. wenn zwei Säuren mit einander in Berührung standen, die durch Platten von Platin, Silber, Kupfer an den Enden des Multiplicators zur Kette geschlossen wurde. Auch blieb der Strom aus, wenn eine ganz frische Fläche von Kalium in ganz trockener Luft mit dem Quecksilber in Berührung gebracht wurde. Wenn aber auch die Angabe Moser's ganz richtig ist, so ist es doch höchst wahrscheinlich, daſs diese Ketten nach dem Gesetze der thermoelektrischen gewirkt haben, da an der Berührungsstelle des Zinks mit dem Quecksilber, wo jenes allmälig aufgelöst wurde, nothwendig entweder Erniedrigung der Temperatur (nach Döbereiner) oder Erhöhung derselben entstehn muſste.

ser Axe ist. Das Ende a sey nach Süden und also das
de b nach Norden gerichtet. So lange in allen Puncten
ses Systems die Temperatur dieselbe bleibt, kein Punct
selben vorzugsweise vor den andern merklich erhitzt oder
ekühlt wird, bleibt die Magnetnadel unverrückt in ihrer
ge, sie mag sich innerhalb beider Metallstreifen oder ober-
des Kupferstreifens oder unterhalb der Wismuthstange be-
en. Tritt aber eine Temperaturdifferenz in dem Systeme
, wird namentlich die eine oder andere Löthstelle erhitzt
r merklich abgekühlt, so kommt sowohl die Declinations-
die Inclinationsnadel, wenn letztere auf eine passende Weise
r der Combination aufgestellt ist, in Bewegung, und zwar
gsam oder schnell, je nachdem die Temperaturdifferenz
gsamer oder schneller steigt, und erreicht endlich ein ge-
ses Maximum; so wie aber durch Entfernung der Quelle
Erwärmung oder durch Abkühlung die Temperaturdiffe-
z sich allmälig wieder gleicht, kehrt die Magnetnadel lang-
in ihre normale Lage zurück. Die Abweichung der Ma-
tnadel ist eine *östliche* oder *westliche*, je nachdem das nörd-
e oder südliche Ende erhitzt oder abgekühlt wird und die
gnetnadel sich oberhalb des Kupferstreifens, zwischen den bei-
Streifen oder unterhalb des Wismuthstreifens befindet. Eben-
senkt sich oder hebt sich die Nadel, je nachdem das nörd-
e oder südl. Ende der Combination erwärmt wird und die
el auf der östlichen oder westlichen Seite des einen oder an-
Streifens sich befindet. Folgendes ist die Uebersicht die-
Verhältnisse:

Declinationen.

Nadel.

Zwischen KB	bei Erwärmung von	a westlich	stärker
	— — —	b östlich	
über K / unter B	— — — —	a östlich	schwächer
über K / unter B	— — — —	b westlich	

ationen einer horizontal und mit B parallel gestellten Nadel
rwärmung von a.

An der Ostseite von B Erhebung des Nordpols
— — — von K Senkung des Nordpols

An der Westseite von B Senkung des Nordpols
— — — von K Erhebung des Nordpols.

Entgegengesetzt sind die Inclinationen bei der Erwärm
von b. Auch eine eigentlich so genannte Inclinationsnad
zeigt die gleichen Bewegungen, wenn die Combination sch
genug gestellt wird, dafs die Streifen parallel mit der Rich
tung der Inclinationsnadel sind. Nimmt man statt eines Strei
fens von Wismuth einen Streifen von Antimon mit Beibehal
tung des Kupferstreifens, so verhalten sich unter denselb
Bedingungen die Erscheinungen auf eine entgegengesetzte Ar
wo östliche Abweichung im ersten Falle statt fand, findet n
westliche Abweichung statt und umgekehrt, und wo Erheb
des Nordpols beobachtet wurde, tritt eine Senkung ein und u
gekehrt. Wird Antimon dem Kupfer substituirt und übrig
die Combination wie im ersten Falle angeordnet, so bl
alle Verhältnisse der Ablenkung und Senkung oder Heb
dieselben, nur treten bei denselben Temperaturdifferenzen a
Bewegungen in einem erhöhten Grade ein.

Man sieht auf den ersten Blick, dafs sich hier alle E
scheinungen eines Transversalmagnetismus ganz nach demsel
ben Gesetze einstellen, als wenn dieser Bogen von einem ge
wöhnlichen galvanischen Strome durchlaufen würde, und zw
wie wenn der positiv-elektrische Strom bei Anwendung de
Wismuths mit dem Kupfer jedesmal in der erwärmten St
in der Richtung von dem Wismuth nach dem Kupfer, b
Anwendung des Antimons in der Richtung vom Kupfer n
dem Antimon und bei Anwendung eines Bogens von Wism
und Antimon in der Richtung vom Wismuth zum Antim
sich bewegte.

Dieser einfache Apparat ist, so viel mir bekannt, du
Pouillet, auf eine sinnreiche Weise abgeändert worden, so d
man mit gröfster Leichtigkeit die überraschenden thermomagn
schen Wirkungen jederzeit wahrnehmen kann. Aus der Du
schnittszeichnung wird die Construction vollkommen deu
Der Hauptbestandtheil des Apparates ist ein 6 bis 8 oder
auch weniger Zoll langer, etwa 0,75 Z. breiter Streifen K
pferblech kk′, unter welchem sich das proportionale St
Wismuth ww′ mit seinen beiden Enden angelöthet bef
beide in ein rundes Fufsbret abcd mit drei Stellschrau
zur Herstellung der horizontalen Lage, so eingelassen, d

Fig. 50.

Enden kk' des Kupferstreifens mit der Oberfläche des
's in eine Ebene fallen. Der Kupferstreifen ist in der
durchbohrt, um das Stäbchen von Holz, Fischbein oder
er, worauf die beiden Magnetnadeln n s, n' s' festgesteckt
durchzulassen. Dafs die letzteren vereint eine Nobili'-
astatische Nadel bilden, die vermittelst eines Coconfadens
läkchen *α* aufgehangen ist, ergiebt die Zeichnung, auch
man, dafs das obere Ende des Fadens an einer messing-
Stange, die wegen der Wölbung der übergestürzten Glas-
e d e f g gebogen seyn mufs, auf irgend eine geeignete
e befestigt ist, indem dasselbe entweder durch einen
hnitt in das Ende *β* dieser Stange gezogen, oder über
daselbst befindliche kleine Rolle geschlungen, von da an
ngert unter dem Rande der Glocke durchgeführt und um
Stift gewickelt wird, damit man den Faden nachlassen
straffer anziehn könne, um beide Nadeln in die gehörige
rnung vom Kupferstreifen zu bringen. Das Fufsbret wird
einer ganzen Oberfläche, bis auf einen äufseren schmalen
, mit starkem Papier überklebt, auf welchem ein in Grade
ilter Kreis so befindlich ist, dafs man die Bewegung der
n Magnetnadelspitze danach messen kann; man sieht daher
der ganzen Vorrichtung nur zwei runde, etwa 0,6 Z. im
hmesser haltende Stellen des Kupferstreifens bei k, k', die mei-
der Schönheit wegen übergoldet sind. Berührt man die eine
lben mit einem wärmeren oder kälteren Körper, als der Ap-
selbst ist, so erfolgt augenblicklich eine Bewegung der Magnet-
auf eine sehr überraschende Weise, selbst bei nur momenta-
erührung und unbedeutender Temperaturdifferenz. Dafs die
bei Berührung der einen dieser Stellen sich nach der einen
bei Berührung der andern sich nach der entgegengesetzten
bewege, versteht sich von selbst. Man kann auch den
erstreifen von k bis k' führen, dann umbiegen und unter
ersten Ende hinlaufend bis zu gleicher Länge mit diesem
gern und zwischen beide Enden ein Stück Wismuth w
, in welchem Falle nur die eine Stelle k thermoskopisch

Ist die combinirte Magnetnadel im strengsten Sinne
ch, so kostet es Mühe, sie nach irgend einer Bewegung
uhe zu bringen, was deswegen unangenehm ist, weil sie
em Kupferstreifen parallel laufen mufs, wenn man die
te Wirkung verlangt. In diesem Falle ist es leicht, ihr

durch eine in den Träger der Nadeln gesteckte magnetisirte Spitze einer englischen Nähnadel oder durch geringe Schwächung der oberen Nadel eine Spur von Polarität zu geben, und dann läfst sie sich leicht durch Drehung des Fufsbretes um seine verticale Axe mit den Streifen parallel stellen.

Es läfst sich auch ein Longitudinalmagnet mit den entgegengesetzten Polen an den Enden der Längenaxe der Metallstreifen darstellen. Man löthe zu diesem Behufe einen Kupferstreifen von 8 Zoll Länge und einer halben Linie Dicke und einen gleich langen Antimonstreifen von 6 Linien Dicke, beide von hinlänglicher Breite, zu einem Cylinder von 4 Zoll im Lichten zusammen. Um seine magnetische Thätigkeit zu entwickeln, mufs die Berührungslinie, in welcher die beiden Streifen zusammengelöthet sind, durch heifse Bolzen von gehöriger Länge oder durch eine Reihe von Lampen erwärmt werden. Ein solcher Cylinder, wie der angegebene, gab Seebeck eine ruhende Declination von 75°, wenn die Bolzen die Enden des Cylinders berührte, und es wurde in N der Südpol der Magnetnadel, in S. der Nordpol angezogen, die Pfeile in der Figur bezeichnen die Richtung des nördlichen und südlichen Magnetismus in der magnetischen Atmosphäre des Cylinders, und die Nadel SN zeigt die Declination aufsen in der Mitte des Cylinders an. Alle diese Verhältnisse gelten für eine Stellung des Cylinders mit seiner Längenaxe in der Richtung der magnetischen Mittagslinie, das Kupfer auf der östlichen, das Antimon auf der westlichen Seite bei Erwärmung der untern Löthungslinie. Ein solcher Cylinder, an einem feinen Coconfaden aufgehängt, dreht sich auch in diese Richtung. Wenn dagegen statt des Antimons Wismuth genommen wurde, so verhielt sich unter den gleichen Umständen Alles auf eine entgegengesetzte Weise, und ein solcher Wismuthcylinder dreht sich so, dafs der Halbcylinder von Wismuth nach Osten, der Halbcylinder von Kupfer nach Westen gerichtet ist.

(Fig. 51.)

Um alle bisher angegebene Erscheinungen hervorzubringen, ist die wesentliche Bedingung nur die Differenz der Temperatur in der Berührungsstelle der beiden Glieder der Kette, ob dieselbe nun durch künstliche Erwärmung einer der beiden Stellen durch irgend einen Wärmequell oder auch durch künstliche Abkühlung hervorgerufen wird, wobei dann die

nstlich abgekühlte Stelle in Beziehung auf die bei der ge-
öhnlichen Temperatur beharrenden das Aequivalent von die-
n in der Kette mit erhitzter Berührungsstelle ist. Als Beleg
g folgender von SEEBECK gemeinschaftlich mit HEINRICH
ISE angestellter Versuch dienen. Ein Ring, halb aus Anti-
n von 0,5 Zoll Dicke und halb aus dünnem Kupfer-
ch von 0,5 Zoll Breite bestehend, wurde in eine Mischung
2 Theilen Schnee und 5 Theilen gepulvertem, salzsaurem
lk gestellt, und zwar so, dafs Antimon im Süden, Kupfer
Norden stand. Die Magnetnadel innerhalb des Rings wich
bleibend östlich ab, als bei 6° R. im Zimmer der untere
ührungspunct auf — 32° erkaltet war. Innerhalb eines vier-
igen Rahmens aus zusammengelöthetem Antimon und Wis-
th wich die Nadel um 35° westlich ab und hielt sich fast
halbe Stunde so, als Wismuth im Süden, Antimon im
den stand, der untere Berührungspunct — 45° R. und der
re — 6° hatte. Dafs auch blofs die Temperaturdifferenz
Wirkung bestimmt, ergiebt sich noch weiter daraus, dafs
Gröfse der Wirkung, durch die Ablenkung der Magnet-
el gemessen, mit dieser Temperaturdifferenz wächst, wor-
r in einer besondern Rubrik das Nähere weiter unten fol-
wird.

Thermomagnetische (thermoelektrische) Reihe der Körper, insbesondere der Metalle, Erze u. s. w.

Ganz auf dieselbe Weise, wie Wismuth und Antimon mit
fer oder beide erstere sich unter einander verhalten, ver-
n sich alle Metalle, Metalllegirungen, viele natürliche Ver-
ungen der Metalle mit Schwefel und Sauerstoff, welche
ommene Leiter der Elektricität sind, je zwei und zwei
einander zur geschlossenen Kette combinirt, wobei es eben
t erforderlich ist, dafs die Berührungsstellen zusammenge-
t werden, was in vielen Fällen nicht anwendbar wäre,
ern ein Zusammennieten, eine innige Berührung, eine
chlingung um einander, wenn die Körper in Drahtform
wandt werden können, reicht hin, auch die starre Form
icht erforderlich, sondern das eine oder andere kann auch
geschmolzenem Zustande angewandt werden, und zwar

verhält sich das eine gegen das andere wie Wismuth gegen Antimon oder das Verhältnifs ist das umgekehrte, wobei sich eine höchst merkwürdige Reihenfolge der Körper ergiebt.

Die umfassendsten Versuche hierüber sind von Seebeck, nächst ihm von Cumming in Cambridge angestellt worden, wobei Ersterer sich blofs der Magnetnadel bediente, Letzterer aber zugleich den Multiplicator mit zu Hülfe nahm. Diesen Versuchen zufolge lassen sich alle Körper, welche in solchen Combinationen eine merkliche thermomagnetische Wirkung darbieten, bei denen also die Differenz der Temperatur ihrer beiden Berührungsstellen mit einander die Erregung eines elektrischen Stroms, wie die Theorie weiter unten nachweisen wird, bestimmt, in eine grofse thermomagnetische oder thermoelektrische Reihe ordnen, welche in vieler Hinsicht Analogie mit der bekannten galvanischen Spannungsreihe zeigt. Diese thermomagnetische Reihe bezieht sich auf das Verhalten der beiden Berührungsstellen der mit einander combinirten Glieder gegen einander, deren Temperaturdifferenz zunächst in Betracht kommt. Diesem Verhalten gemäfs lassen sich alle thermomagnetisch wirkende Körper in eine solche Reihenfolge ordnen, dafs der in derselben voranstehende mit jedem auf ihn folgenden zur Kette combinirt, unter denselben Bedingungen der Richtung der beiden Berührungsstellen gegen die Weltgegenden und der Temperaturdifferenz, so dafs die nach derselben Weltgegend gerichtete Berührungsstelle die wärmere, die nach der entgegengesetzten Weltgegend gerichtete die relativ kältere ist, stets dieselbe Art der Ablenkung der Magnetnadel, westliche oder östliche, dieselbe Art der Bewegung der Neigungsnadel, Senkung oder Erhebung bewirkt. Wenn man alle thermomagnetischen Erscheinungen als abhängig von einem elektrischen Strome, der in der geschlossenen Kette circulirt, betrachtet, so verhält sich, unter der Voraussetzung, dafs die hier thätig werdende (positive) elektr. Strömung von der erwärmten Stelle ausgehe, das eine thermomagnetische Glied in Beziehung auf das ihm in der Reihe folgende gleichsam als ein negatives, das in der Reihe darauf folgende als ein positives nach der Analogie der galvanischen Spannungsreihe, in welcher dasjenige Glied das negative ist, von welchem der (positive) elektrische Strom sich nach dem mit ihm in Berührung befindlichen bewegt, welches darum das positive

enannt wird, und die Reihe schreitet dann von dem am mei-
ten negativen, gegen welches alle darauf folgende sich als
ositive verhalten, zu denen also von jenem der Strom sich
ı der erwärmten Stelle bewegt, zu dem am meisten positi-
en fort, gegen welches alle voranstehenden sich als negative
erhalten, nach derselben Art, wie in der galvanischen Span-
ungsreihe. Aus dieser Reihe läſst sich dann jedesmal zum
oraus bestimmen, wie sich die magnetischen Erscheinungen
erhalten werden, wenn man je zwei solcher Körper mit ein-
ıder combinirt und die eine oder andere Berührungsstelle
wärmt. Diese Bezeichnung als negative und positive Glie-
er würde sich indessen umkehren, wenn man annähme,
ıſs die elektrische Thätigkeit, der elektrische Strom, von der
lativ kälteren Stelle ausgehe, doch würde darum die Rei-
enfolge selbst unverändert bleiben und die Orientirung in
ücksicht auf den jedesmaligen Ausfall der magnetischen Er-
heinungen auf gleich leichte Weise geschehn. Da die An-
ıhme von elektrischen Strömen in den thermomagnetischen
etten fast von allen Physikern angenommen worden ist, so
ıt auch die Bezeichnung der thermomagnetisch thätigen Kör-
er als positive und negative vom Anfang an fast allgemeinen
ingang gefunden und namentlich hat Cumming dieselbe ge-
ählt. Nur Seebeck, der das magnetische Verhalten zunächst
s Auge faſste und auf die hierbei thätigen elektrischen Strö-
e keine Rücksicht nahm, unterschied die thermomagnetischen
örper in Beziehung auf jenes constante Verhalten gegen ein-
der rücksichtlich der Erregung und Richtung der magneti-
hen Polarisation in *östliche* und *westliche*. Denkt man sich
mlich je zwei derselben nach dem oben angegebenen Sche-
ı so mit einander combinirt, daſs sie einen Longitudinalma-
et bilden, und einen solchen Cylinder bei Erwärmung der
tern Berührungslinie in der normalen Lage mit seinem Nord-
le nach Norden gerichtet, so befindet sich von den beiden
ılbcylindern derjenige auf der Ostseite, welcher sich nach
r ersten Ansicht als der negative verhält, der andere, der
sitive, auf der Westseite, das nach der thermoelektrischen
ısicht negative Ende der Reihe verwandelt sich demnach
ch der thermomagnetischen in das östliche, das positive Ende
das westliche, und von je zwei Körpern der Reihe auf ein-
der bezogen verhält sich stets der dem einen Ende näher

gelegene als östlicher in dem angegebenen Sinne, der andere dem entgegengesetzten Ende näher gelegene als westliche. Diese Reihe gilt jedoch in ihrer Constanz nur innerhalb gewisser Grenzen der Temperaturdifferenz, indem in höhern Temperaturen wenigstens für einzelne Combinationen die thermoelektrischen Verhältnisse sich umkehren, indem die Thätigkeit abnimmt, durch 0 hindurchgeht und sich in die entgegengesetzte Polarisation verwandelt, wie aus der nähern Erörterung der Gesetze der Abänderung der thermomagnetischen Thätigkeit weiter unten ersichtlich seyn wird. Wir lassen nun zuerst die Reihe der *Metalle* nach SEEBECK[1] folgen, wie sie sich für geringere Temperaturdifferenzen ergab.

Oestlich Negativ.

1. *Wismuth,* a) wie er in Berlin im Handel vorkommt, enthält etwas Eisen mit Schwefel verbunden;
   b) aus einem Oxyd von H. ROSE reducirt.
2. *Nickel,* a) eine Stange von RICHTER verfertigt;
   b) mehrere Stangen und Körner von FRICKE aus reinem Oxyd bereitet.
3. *Kobalt,* a) von HERMBSTAEDT nach dessen Angabe dargestellt, nicht ganz frei von Eisen;
   b) ein von BERGMANN reducirtes Korn;
   c) von BARRUEL, die beiden letzteren etwas stärker als das erstere mit Kupfer Nr. 1. wirkend.
4. *Palladium,* a) von WOLLASTON;
   b) von BARRUEL.
5. *Platin,* Nr. 1. reines a) mehrere Stücke von verschiedenen Chemikern gereinigt;
   b) ein Tiegel aus KLAPROTH's Laboratorium.
6. *Uran,* ein von BERGEMANN reducirtes Korn, in Farbe dem Kobalt nahe kommend, etwas Eisen enthaltend.
7. *Kupfer,* Nr. 0. zwei von BERGEMANN aus reinem Oxyde durch schwarzen Fluſs reducirte Körner.
8. *Mangan,* zwei Proben reducirt von POGGENDORFF und BARRUEL.
9. *Titan,* aus Eisenschlacken von der Königshütte in Oberschlesien ausgeschieden von KARSTEN.

---

1 Abhandl. d. Berl. Akad. d. Wiss. 1822. 1823. S. 284. Poggendorff Ann. VI. 17.

Messing, Nr. 1.

Gold, Nr. 1. eine Stange von ungarischem Ducatengolde, enthielt nach der Analyse von H. Rose 99,00 Gold, 0,66 Silber und 0,34 Kupfer mit etwas Eisen. Auch zu einem Blechstreifen gewalzt nahm es dieselbe Stelle in der Reihe ein.

Kupfer, Nr. 1. a) in Berlin im Handel vorkommend, keine fremden Metalle enthaltend;
b) geschmolzenes von Neustadt-Eberswalde.

Messing, Nr. 2.

Platin Nr. 2. ein kleines geschmolzenes Stück.

Quecksilber, vom reinsten im Handel vorkommenden.

Blei, a) käufliches;
b) reines von Karsten.

Zinn, a) englisches;
b) böhmisches.

Platin, Nr. 3. eine Stange 1802 von Jeannetty erstanden.

Chrom, ein kleines von Bergemann reducirtes Korn von stahlgrauer Farbe.

Molybdän, von Barruel.

Kupfer, Nr. 2. im Handel vorkommend, keine fremden Metalle enthaltend.

Rhodium, von Wollaston und Barruel.

Iridium, von Barruel.

Gold, Nr. 2. a) durch Antimon gereinigt;
b) aus dem Oxyde reducirt.

Silber, a) Kapellensilber in Stangen;
b) aus salzsaurem Silber reducirt.

Zink, a) schlesisches;
b) gereinigtes von Bergemann gab mit den meisten Metallen eine stärkere Wirkung als ersteres.

Kupfer, Nr. 3. Cämentkupfer, sowohl durch Eisen als auch durch Zink aus Kupfervitriol reducirt.

Wolfram, aus reinem Oxyd mit Kohle reducirt.

Platin, Nr. 4. a) der Deckel von dem obenangeführten Platintiegel;
b) ein Löffel;
c) ein Spatel.

Cadmium.

Stahl, mehrere Stücke engl. u. deutschen Gufs- u. Cämentstahls.

32. *Eisen*, von dem besten in Berlin im Handel vorkommen-
den Stangeneisen, und chemisch-reines Eisen.
33. *Arsenik*, sublimirt ganz rein.
34. *Antimon*, wie es im Handel vorkommt und ganz rein.
35. *Tellur*, ein Korn.

Westlich. Positiv.

In höherer Temperatur ordneten sich nach Seebeck's Versuchen mit zweigliedrigen Ketten ohne Anwendung des Multiplicators die verschiedenen Körper auf folgende Weise:

Oestlich. Negativ.

1) Wismuth.	11) Messing Nr. 1.
2) Nickellegirung.	12) Kupfer Nr. 0.
3) Palladium.	13) Kupfer Nr. 1.
4) Platin Nr. 1.	14) Kupfer Nr. 2.
5) Platin Nr. 3.	15) Gold Nr. 1.
6) Platin No. 4.	16) Gold Nr. 2.
7) Blei.	17) Zink.
8) Zinn.	18) Silber.
9) Stahl.	19) Antimon.
10) Stabeisen.	Westlich. Positiv.

Cunning stellte folgende Reihe auf, wobei die thermoelektrische Thätigkeit als von der erwärmten Stelle ausgehend angenommen ist:

Negativ.

Bleiglanz.	Rhodium.
Wismuth.	Gold.
Quecksilber. }	Kupfer.
Nickel. }	Iridium und Osmium.
Platin.	Silber.
Palladium.	Zink.
Kobalt. }	Kohle.
Mangan. }	Graphit.
Zinn.	Eisen.
Blei.	Arsenik.
Messing.	Antimon.
	Positiv.

Man sieht auf den ersten Blick, daſs die thermoelektrische Reihe wesentlich von der gewöhnlichen galvanischen Spannungsreihe abweicht. Seebeck stellt für mittlere Temperaturen folgende galvanische Spannungsreihe auf.

+ E	
Zink.	Wismuth.
Blei.	Eisen (?).
Zinn.	Kupfer Nr. 2.
Antimon.	Platin Nr. 1.
	Silber.
	— E.

ese Spannungsreihe verändert sich aber, wie Seebeck durch rsuche gefunden hat, sehr auffallend, worauf wir im Abnitte: Theorie zurückkommen werden. Wollte man die ktrischen Ströme, die in der thermoelektrischen Kette thätig d, von der durch die galvanische Spannungsreihe nachgeesenen elektromotorischen Kraft, mit welcher die Metalle in en Berührungspuncten auf einander wirken, ableiten, und ar unter der Voraussetzung, dafs die elektromotorische Kraft rch die Temperaturdifferenz so modificirt werde, dafs sie der einen Berührungsstelle das Uebergewicht gewonnen te über die elektromotorische Thätigkeit in der andern Berungsstelle, so würden sich nach Mafsgabe der thermoelekchen Reihe die Metalle, je zwei und zwei zusammengenet, in zwei Classen theilen, indem in der einen, wie bei k und Wismuth, Zink und Silber, Antimon und Silber, timon und Kupfer u. s. w. das Uebergewicht des Stroms von der erwärmten Berührungsstelle, in der andern Classe, bei Wismuth und Kupfer, Wismuth und Silber, Blei Silber u. s. w. als von der relativ kältern Stelle ausged angenommen und folglich der Erwärmung ein entgegesetzter Einflufs auf die Modification der elektromotorien Kraft in diesen beiden Classen zugeschrieben werden fste.

Seebeck hat aufser den Metallen noch eine Menge ander Körper in Rücksicht auf ihr thermoelektrisches Verhalten einander geprüft, namentlich viele Legirungen, die zu ichen interessanten Resultaten geführt haben und welche die Versuche Ritter's über die Modificationen erinnern, che die Metalle durch ihre Verbindung in mannigfaltigen hältnissen mit einander in ihrem elektromotorischen Veren erleiden. So zeigen, wie aus der zuerst folgenden Tae erhellt, die Legirungen von Wismuth und Blei, von smuth und Zinn, das Merkwürdige, dafs sie höher als

Kupfer Nr. 2., d. h. dem negativen Ende näher stehn, wenn das Wismuth in ihnen vorwaltet, tiefer dagegen als dieses Kupfer, wenn das Wismuth den 4ten Theil oder weniger darin ausmacht, so dafs also durch die Vereinigung eines mehr negativen Metalls mit einem weniger negativen eine Verbindung entsteht, die selbst positiver als dieses letztere ist, und es eine Legirung beider Metalle in einem solchen Verhältnisse geben mufs, dafs ihre thermomagnetische Combination mit dem Kupfer Nr. 2., ungeachtet der Temperaturdifferenz der beiden Berührungsstellen, dennoch Null ist. Ebenso mufs unter den Legirungen von Antimon und Wismuth eine vorkommen, die mit Kupfer Nr. 2. keine Wirkung giebt. Dafs gewisse Legirungen des Antimons mit Zinn noch positiver als das Antimon selbst sind, d. h. mit dem Antimon sich nach SEEBECK's Bezeichnungsart westlich verhalten, stimmt ganz mit der Erfahrung in der galvanischen Spannungsreihe überein, wonach gewisse Legirungen von Zink mit Zinn, von Zink mit Quecksilber noch positiver sind als das reine Zink selbst, das mit ihnen noch negativ wird. Aus der zweiten der nachfolgenden Tabellen ergiebt sich, dafs einige der leichtflüssigen Metalllegirungen, namentlich die von d'Arcet aus 8 Theilen Wismuth, 5 Theilen Blei und 3 Theilen Zinn und ein Paar Legirungen von Wismuth und Zinn, eine verschiedene Stelle einnehmen, je nachdem sie sich im starren oder flüssigen Zustande befinden, und zwar im ersteren Zustande stets dem positiven Ende näher stehn als im letzteren; dafs ferner einige derselben nach dem zweiten Erstarren an einer andern Stelle gefunden werden, als in dem ursprünglichen festen Zustande nach dem Gusse, eine Stelle, welche sie aber nicht weiter verändern, wenn sie dann von neuem geschmolzen werden und abermals erstarren. Für diejenigen Legirungen, welche im flüssigen Zustande dem negativen Ende naher stehn als im starren, mufs es bei ihrer Verbindung zu Ketten mit denjenigen Metallen, welche zwischen diesen äufseren Stellen liegen, eine Temperatur geben, bei welcher die magnetische Polarisation Null ist. Die dritte Tabelle betrifft einige merkwürdige Legirungen von Nickel, Eisen u. s. w.

Erste Tabelle.

Künstlich hergestellte Metalle.	Legirungen.
Vismuth.	
	Wismuth 3 Theile und Antimon 1 Theil
	— — — — Zink 1 —
	— — — — Kupfer 1 —
	— 1 Theil — — 1 —
	— 1 — — — 3 Theile.
ickel.	
latin Nr. 1.	
old Nr. 1.	
lei.	
inn.	
	Wismuth 1 Theil und Zink 3 Theile.
	— — 1 Theil und Blei —
atin Nr. 3.	
	Wismuth 1 Theil und Zinn —
upfer Nr. 2.	
	Wismuth 1 Theil und Blei 1 Theil.
ld Nr. 2.	
lber.	
	Wismuth 1 Theil und Zinn 1 Theil.
nk.	
	Wismuth 3 Theile und Zink 1 Theil (Rose's leichtflüssiges Metallgemisch).
	Wismuth 1 Theil und Antimon 1 Theil.
	Antimon 3 Theile und Kupfer 1 Theil; Antimon 1 Theil und Kupfer 1 Theil; Antimon 1 Theil und Kupfer 3 Theile.
	Antimon 3 Theile und Blei 1 Theil; Antimon 1 Theil und Blei 1 Theil; Antimon 1 Theil und Blei 3 Theile.
	Antimon 1 Theil und Zinn 1 Theil; Antimon 1 Theil und Zinn 3 Theil.
hl.	
beisen.	
	Wismuth 3 Theile und Zinn 1 Theil.
	— — 3 Theile und Antimon 3 Theile.
	Antimon 1 Theil und Zink 3 Theile.
imon.	
	Antimon 1 Theil und Zink 1 Theil.
	— — 3 Theile — — 1 Theil.

Künstlich hergestellte Metalle.	Legirungen.
Gold Nr. 1.	
	g) Messing No. 2.
	h) Glockengut aus 100 Theilen Kupfer und [illegible] Theilen Zinn bestehend.
	i) 3 Stück Doppelfriedrichsd'or.
Blei.	
Zinn.	
Platin Nr. 3.	
	k) 6 Stück Friedrichsd'or.
	l) FISCHER's gelber Stahl, das andere Ende.
	m) Tutania Metall.
Kupfer Nr. 2.	
	n) Preufsische Thaler von 1820 und 1821.
	o) Ein Korn bestehend aus Rhodium, Palladium und etwas Platin.
	p) Spiegel-Composition aus 2 Theilen Kupfer und 1 Theil Zinn.
	q) Probestangen von 2- bis 11löthigem Silber.
Gold Nr. 2.	
	r) Probestangen von 12- bis 16löthigem Silber.
Silber.	
Zink.	
Platin Nr. 4.	
	s) Kohle, angeblich thermoxydirte.
Stahl.	
Stabeisen.	
	t) Platin mit 9,5 Proc. Arsenik.
	u) Wootz (Stahl).
	v) Wootz mit 0,01 Platin.
	w) Wootz mit 0,01 Rhodium.
	x) Regulus Antimonii martialis.
Antimon.	
Tellur.	

ɜressant für die Theorie des Elektromagnetismus mufste be-
ders auch die Untersuchung des Verhaltens der Kohle so-
ıl für sich als auch in ihren verschiedenen Verbindungen
Eisen seyn, in welchen sie den gewöhnlichen Graphit,
ɜeisen, Stahl und Stabeisen darstellt, besonders mit Rück-
t auf das Verhalten der beiden ersteren in der galvani-
ɜn Spannungsreihe. Gewöhnliche Kohle von Buchen, Ei-
ı, Haselstauden fand SEEBECK ganz unwirksam, wahr-
ɜinlich weil die Stücke nicht stark genug ausgeglüht wa-
Ein Stück sogenannter thermoxydirter Kohle (durch den
trischen Strom stark ausgeglüht?), welche SEEBECK von
WEIGGER erhalten hatte, zeigte sich mit Kupfer No. 2.,
er, Zink positiv, und stand unterhalb diesen, also dem
tiven Ende sehr nahe. Alle Arten von Roheisen verhalten
mehr negativ, alle stehn dem Wismuth näher als das
eisen, aber nicht alle Flächen der Bruchstücke eines Roh-
ɜflusses verhalten sich ganz gleich in der Wirkung, man
ɜt daher dasselbe Stück an mehr als einer Stelle in der
netischen Reihe, worüber SEEBECK eine eigene Tabelle
etheilt hat. Das früher von ihm gefundene Resultat, dafs
an Kohle reicheren Sorten dem Wismuth, die an Kohle
ern Sorten dem Antimon näher stehn, hat sich durch spä-
Versuche nicht vollkommen bestätigt. Zwischen Nickel
Platin No. 1 finden ihren Platz verschiedene Meteoreisen,
ɜhe SEEBECK untersucht hat, zwischen Zinn und Platin
2. stand das gediegene Eisen von Grofskamsdorf, zwi-
n Platin und Palladium das gediegene Eisen von Newjer-
endlich zwischen Stahl und Arsenik das Aachner gedie-
Eisen, das Meteoreisen aus dem Mailändischen und das
ɜgene Eisen der Grafschaft Sayn-Altenkirchen. Der Nickel-
lt scheint also dem Meteoreisen seine so nahe Stelle am
muthende zu verschaffen.

Alles gediegene Kupfer nimmt mit dem künstlich erzeug-
Cämentkupfer (No. 3. der Tafel I.) gleiche Stelle ein.
ECK wirft dabei die Frage auf, ob nicht dieses ganz glei-
Verhalten alles gediegenen Kupfers auf einen gleichen Ur-
ɜg auf nassem Wege hinweise, womit auch das häufige
ommen des Eisenoxyds mit dem gediegenen Kupfer wohl
ɜinstimme. Durch Schmelzen im Thontiegel ohne Zusatz
las Cämentkupfer mit dem Kupfer No. 2. zusammen. In

der Erregung des Magnetismus zeigten die dehnbaren und streckbaren Metälle, namentlich Gold No. 1., Silber, Kupfer No. 2., Zinn, Blei und Zink, ein gleiches Verhalten, sie mochten im Zustande, wie sie vom Gusse kamen, oder nachdem sie durch Hämmern und Walzen zu einem dichtern Gefüge gebracht waren, mit einander oder mit andern Metallen zur Kette verbunden werden; ihre Stelle, wie sie oben angegeben worden ist, blieb unverändert. Anders verhielten sich diejenigen Metalle, welche durch verschiedene Arten der Abkühlung, durch langsame oder plötzliche Erstarrung, in entgegengesetzte Zustände von Sprödigkeit und Dehnbarkeit versetzt wur... Stahl, welcher glühend in kaltem Wasser abgekühlt wor... nahm jedesmal eine höhere Stelle (zwischen Platin No. 3. u... Kupfer No. 2.) in der magnetischen Reihe ein, als der lang... sam an der Luft abgekühlte. Weiches graues Roheisen, ... dieselbe Weise behandelt, zeigte ein gleiches Verhalten, lang... sam abgekühlt, stand es zwischen Messing No. 1. und B... schnell abgekühlt zwischen Platin No. 1. und Gold No ... Eine Legirung von 78 Theilen Kupfer, 22 Theilen Zi... welche an der Luft langsam abgekühlt spröde ist und d... plötzliche Abkühlung im Wasser unter dem Hammer streckb... rer wird, nimmt im erstern Falle eine höhere Stelle zwis... Zinn und Platin No. 3., nach der jähen Abkühlung eine ... fere Stelle zwischen Kupfer No. 2. und Gold No. 2. ein. ... diese Körper konnten durch dasselbe Verfahren wie... wechselsweise höher oder niedriger gestellt werden. Di... Metalle nahmen also sämmtlich eine höhere Stelle an, w... sie hart und spröde, eine tiefere, wenn sie weich und streck... bar waren.

Auch viele Erze unterwarf Seebeck einer Untersuch... Den Bleiglanz fand er, wie auch Cumming, noch über d... Wismuth stehn, Schwefelkies, mit und ohne Schwefelk... hat seine Stelle am negativen Ende, das magnetische Sch... feleisen am positiven Ende. Zwischen Wismuth und N... liegen zusammengedrängt (gerade so wie in der galvani... Spannungsreihe am negativen Ende zusammengedrängt zw... Graphit und Platin), Schwefelkies, Arsenikkies, Speifskobalt, W... muthtellur, retractorisches Eisenerz; zwischen Nickel und Pl... tin No. 1., Kupferkies, Kupfernickel, Eisenglanz; zwisch...

isen und Antimon Magnetkies und unter Antimon Kupferglanzerz und bunt Kupfererz.

Keine thermomagnetische Erscheinungen wurden erhalten Silberglanz (weichem und sprödem), Rothgültigerz, Zinn- gelber und brauner Blende, Wismuthglanz, Nadelerz, chgelb, Schwefelmolybdän, Blutstein, Chromeisen, Fahl- Graugültigerz, Weifsgültigerz, Titaneisen, Hornsilber, Horn- und mit allen erdigen, salzartigen und brennbaren, nicht lischen Mineralien. Diese letztere Reihe von Versuchen f indefs einer Revision, da wir nach einer vollgültigen gie annehmen können, dafs alle Mineralien, welche im ngsvermögen für Elektricität den Metallen sehr nahe stehn, mehrere von den angeführten Erzen gehören, auch omagnetische Thätigkeit äufsern müssen, und die negati- Resultate, welche Seebeck erhielt, können daher ihren l nur in der Methode haben, nach welcher derselbe seine che anstellte, indem er sich nie des Multiplicators be- , durch welchen auch hier, wie wir weiter unten sehn en, die Wirkung verstärkt werden kann.

Berzelius theilt[1] aus einer schriftlichen Mittheilung See- 's Versuche mit, welche dieser über das Verhalten der igkeiten in der thermomagnetischen Reihe angestellt hat, rch er gefunden haben soll, dafs Salpetersäure, Salzsäure Schwefelsäure in ihrem concentrirten Zustande ihren Platz dem östlichsten Metalle, dem Wismuth, und die concen- fixen alkalischen Laugen an dem entgegengesetzten Ende dem Antimon und Tellur einnehmen. Werden aber die n mit viel Wasser verdünnt, so verändern sie ihren und rücken dem westlichen Ende näher, welches aber en kaustischen Alkalien nicht der Fall ist, deren Laugen falls verdünnt ihren Platz nicht verändern; kaustischer oniak hat seinen Platz mitten in der Reihe, Wasser ver- ch gegen Alkalien wie eine Säure, gegen Säuren wie lkali und nimmt gleichfalls seinen Platz mitten in der ein. Demnach würde die thermoelektrische Reihe von negativen oder östlichen Ende ausgehend mit den con- rten Säuren beginnen, hierauf Wismuth, und die ihm

---

Vierter Jahresbericht. S. 20.

näher gelegenen, mehr östlichen Metalle folgen, in der Mitte das Wasser (und caustisches Ammoniak) sich befinden, dann die mehr westlichen Metalle folgen, die Reihe bis zum Antimon und Tellur fortschreiten und mit den kaustischen fixen Alkalien in concentrirter, so wie in verdünnter Auflösung schliefsen. Der Vollständigkeit wegen und mit Rücksicht auf die Autorität, unter welcher diese Notiz erschienen ist, durfte sie nicht übergangen werden. Es scheint aber hierbei ein Mifsverständnifs zum Grunde zu liegen. Indem nämlich Berzelius hinzufügt: auch v. Yelin hat ähnliche Versuche über das thermoelektrische Verhalten der Flüssigkeiten angestellt, deren Resultate fast mit denen des Dr. Seebeck übereinstimmen, so konnte Berzelius keine andern Versuche im Auge haben, als die bekannten[1], worin das Verhalten eines und desselben Metalls gegen verschiedene Flüssigkeiten, wenn ersteres in zwei mit einander durch einen Zwischenleiter, nämlich durch einen Multiplicator verbundenen Streifen in die Flüssigkeiten eingetaucht wird, beschrieben ist, mit Nachweisungen des dadurch erzeugten elektrischen Stromes und der dadurch bewirkten östlichen oder westlichen Abweichung der Magnetnadel, wobei sich zwischen den Säuren (mit Ausnahme der Salpetersäure) und den Alkalien ganz der Gegensatz zeigte, dafs beide eine entgegengesetzte Ablenkung mit den Metallen hervorbringen, die also gleichsam in der Mitte zwischen ihnen liegen. Diese Versuche und ohne Zweifel die ganz ähnlichen von Seebeck, gehören aber nicht in die Kategorie derjenigen, von denen bisher die Rede gewesen ist, und die hier erregten elektrischen Ströme sind keine thermoelektrische, welchen Namen nur diejenigen verdienen, welche durch eine Temperaturdifferenz an zwei Stellen eines Bogens hervorgebracht werden, wovon aber in jenen Versuchen gar nicht die Rede ist, sie sind hydroelektrische und hängen von dem verschiedenen elektromotorischen Verhalten des zuerst und zuletzt in die Flüssigkeit eingetauchten Metallstreifens gegen die Flüssigkeit selbst ab. Schon der Umstand, dafs diese Ströme den Leitungswiderstand einer bedeutenden Strecke von Flüssigkeit überwinden, weiset ihnen eine ganz andere Stelle als den thermoelektrischen Strömen an, die von einer einzi-

1 G. LXXIII. 365.

mbination ausgehend, schon durch die Dunstschicht einer
issigkeit isolirt werden.

Drei- und mehrgliedrige thermoelektrische Ketten; Anwendung des Multiplicators zur Mafsbestimmung thermoelektrischer Ströme.

Sind drei Metalle mit einander zur Kette verbunden und
d einer der Berührungspuncte künstlich erwärmt, so ver-
: sich alles ebenso, als wenn die beiden Metalle sich mit
n beiden andern Endpuncten unmittelbar berührten und der
erschied in der Stärke der Wirkung hängt dann nur ab
dem etwa gröfseren Leitungswiderstande, den die gröfsere
dehnung der Kette und das Eingehn eines weniger gut lei-
len Metalls in die Kette mit sich bringt. Dieser allgemeine
lg ist nur begreiflich durch ein für die thermoelektrische
nnungsreihe ganz gleiches Gesetz, wie für die galvanische
nnungsreihe, dafs nämlich die Summe der thermoelektri-
n Spannungen (oder durch die Wärme erregter elektro-
rischer Kräfte) der in der Reihe ihren wechselseitigen
moelektrischen Verhältnissen gemäfs geordneten Metalle
gleich ist der Spannung der Endglieder der Reihe, was
sowohl für die ganze Reihe als für jedes einzelne belie-
Stück der Reihe gilt, ein Gesetz, dessen Gültigkeit wei-
nten als Resultat genauer Versuche sich ergeben wird.
Beziehung auf den erwärmten Berührungspunct verhalten
dann die Metalle in ihren relativ kalten Berührungs-
ten, wie wenn das erwärmte Ende des einen Metalls ohne
chenkunft des andern sich mit dem andern Ende jenes
lls in Berührung befände. Es sind nämlich für den oben
gebenen Fall der Erwärmung einer Berührungsstelle drei
möglich. Entweder steht das dritte vermittelnde Metall
er thermomagnetischen Spannungsreihe, wie die Zeichnung Fig. 52.
ebt, zwischen den beiden andern Metallen, wo K Kupfer,
ntimon und B Wismuth bedeutet, C aber die erwärmte
e ist, oder das vermittelnde Metall steht oberhalb der bei-
Metalle, nach dem Wismuthende hin, wenn a die er-
nte Stelle ist, oder endlich das vermittelnde Metall steht
rhalb der beiden Metalle, deren Berührungsstelle erwärmt

wird, nach dem Antimonende hin, wenn b die erwärm
Stelle ist. In dem ersten Falle addiren sich die thermomag
tischen Strömungen von K und B, und A und K, und d
Summe dieser in gleicher Richtung befindlichen Spannung
ist, dem oben aufgestellten Gesetze der Reihe gemäfs, glei
derjenigen, welche die beiden Endglieder in ihrer unmittelb
ren Berührung an der kalten Stelle in derselben Richtung e
regt haben würden; im zweiten Falle wirken die Spann
gen von A und B, und K und B in entgegengesetzter Ric
tung, und ihre Differenz hat ebendiesem Gesetze gemäfs e
Spannung zur Folge, welche gleich derjenigen von A und
ist und in gleicher Richtung geht, endlich im dritten Fa
wirken die einander entgegengesetzten Spannungen von B u
A, und A und K gleichfalls mit einer Differenz, welche gl
ist der Spannung von B und K und dieselbe Richtung h
oder denselben Effect hat, wie wenn sich B und K an d
kalten Stelle unmittelbar berührt hätten. Ganz dieselben S
lassen sich aufstellen, wenn zwei Berührungsstellen erw
worden wären, denn in diesem Falle kann die dritte rel
kalte Berührungsstelle als das Aequivalent der erwärmten b
trachtet werden, und die Summen und Differenzen an den b
den erwärmten Berührungsstellen gelten dann auf die gle
Art, nur im entgegengesetzten Sinne, und der Effect ist de
selbe, wie wenn die beiden nicht unmittelbar in Berühr
befindlichen Stellen sich unmittelbar berührten und diese St
allein erwärmt wäre. Befindet sich also die Magnetnadel i
nerhalb des Metallbogens und ist b nach Norden und
nach Süden gerichtet, so weicht dieselbe nach Westen a
wie c erwärmt wird, dagegen nach Osten, wie a erwä
wird, und nach Westen, wie b erwärmt wird. Wi
abgekühlt oder, was gleichbedeutend ist, werden a und
erwärmt, so weicht im Gegentheil die Magnetnadel nach O
ab. Wird a abgekühlt, so weicht die Magnetnadel gleich
nach Osten ab; wird endlich b abgekühlt, so weicht die M
gnetnadel nach Westen ab. Werden in der dreiglied
Kette ABK die beiden Berührungspuncte a und b gleich
erwärmt, so soll nach SEEBECK[1] die Polarisation, sofer
durch die Abweichung der Magnetnadel gemessen wird, s
ker seyn, als wenn blofs einer von ihnen erwärmt wird, w

1 Poggendorff Ann. VI. 137.

e nothwendige Folge sey der vergröſserten Temperaturdif-
enz zwischen a und den Puncten c und b. Wenn hier
bloſse Gröſse der Temperaturdifferenz die Ursache der ther-
elektrischen Thätigkeit wäre, so würde dieser Unterschied
ht begreiflich seyn, da die Differenz der Gröſse nach ganz
ich ist, ob sie das Resultat der Summe zweier gleich gro-
r negativen Gröſsen (der niedrigern Temperatur) oder zweier
selben gleicher positiven Gröſsen (der höheren Temperatu-
) in Beziehung auf eine und dieselbe Gröſse ist. Der
and muſs also anderswo gesucht werden, und liegt wohl
der gröſseren Schnelligkeit, mit der die Wärme von hoher
nnung sich von den Puncten a und b nach dem Puncte c,
von einem einzelnen erwärmten Puncte nach den beiden
ten Berührungsstellen fortpflanzt.

Sind mehr als drei Glieder zur Kette verbunden (wovon
och der Fall auszunehmen ist, daſs sich Paare von Glie-
n wiederholen, welcher nicht mehr zur Kategorie der ein-
hen Kettenwirkung, sondern zu derjenigen der Säulen-Wir-
ng gehört, wovon in einem besondern Abschnitte die Rede
n soll), und wird nur der eine Berührungspunct erwärmt,
ist die Wirkung abermals dieselbe, wie wenn sie sich an
n beiden andern Enden unmittelbar berührt hätten, indem
rmöge des thermoelektrischen Spannungsgesetzes die Summe
: Spannungen der zwischenliegenden Metalle, sofern sie
nlich in derselben Ordnung auf einander folgen, wie die-
ige, in welcher sie sich in der thermoelektrischen Reihe
lnen, oder die Differenz aller dieser Spannungen, wenn
n dieser Ordnung abgewichen ist, immer gleich ist der
nnung der beiden Metalle an ihrer kalten Berührungsstelle,
nn ihr anderer Berührungspunct erwärmt wird und die Aus-
nung der Kette kann in diesem Falle nur die Intensität der
irkung, aber nicht ihre Art abändern. Werden mehrere
llen in einer solchen vier- und mehrgliedrigen Kette er-
rmt, so sind die Wirkungen gleich den Summen oder Dif-
enzen der Wirkungen, die von den erwärmten Stellen ab-
gen, je nachdem die thermomagnetischen Richtungen von
sen Stellen aus in gleicher oder entgegengesetzter Richtung
n.

Auf diese Weise erhält man ein leichtes und bequemes
ttel, auch sehr schwache thermoelektrische Ströme und auch

mit Metallen, Erzen u. s. w., die nur in einzelnen Körnern zu Gebote stehn, mit denen man keinen eigentlichen Bogen zu Stande bringen und auf die Magnetnadel innerhalb oder oberhalb oder unter demselben wirken lassen kann, sichtbar zu machen, indem auch hier durch den Durchgang des thermoelektrischen Stromes durch die Windungen eines Multiplicators die Wirkung auf die einfache oder Doppelnadel verstärkt wird. Inzwischen ist nicht jeder Multiplicator gleich brauchbar zu diesem Zwecke, und Multiplicatoren, welche die Wirkung hydroelektrischer Ströme noch sehr verstärkt darstellen, können vielmehr die des thermoelektrischen Stromes schwächen. Es kommt nämlich der grofse Leitungswiderstand hierbei in Betracht, welcher mit der Zahl der Windungen und der Feinheit der Drähte des Multiplicators zunimmt. In Beziehung auf den Leitungswiderstand, der durch den feuchten Leiter in der hydroelektrischen Kette bereits statt findet, ist dieser Zuwachs von Leitungswiderstand auch bei einer grofsen Anzahl von Windungen unbedeutend, gegen den ursprünglichen Leitungswiderstand in der thermoelektrischen Kette, die aus den besten Leitern zusammengesetzt ist, hat aber dieser neu hinzugekommene Leitungswiderstand ein sehr grofses Verhältnifs und schwächt demnach die Intensität des thermoelektrischen Stromes in einem viel höheren Grade, als die des hydroelektrischen. Indefs sind die Aussagen der Physiker in dieser Hinsicht nicht ganz mit einander übereinstimmend. Die meisten empfehlen, um diesen Leitungswiderstand zu vermindern, Kupferdraht von gröfserer Dicke, und von einer nur geringen Anzahl von Windungen, die parallel neben einander über passende isolirende Stützen geschlungen sind. Dafs Fourier und Oersted in ihren Versuchen nicht nur keine verstärkte, sondern überall keine Wirkung thermoelektrischer Ketten vermittelst des Multiplicators beobachten konnten, kann seinen Grund nur darin gehabt haben, dafs sie einen Multiplicator von zu vielen Windungen und von zu feinem Draht angewandt haben. Nobili[1] bemerkt ausdrücklich durch Erfahrung gefunden zu haben, dafs die Galvanometer, welche für die hydroelektrischen Ströme die empfindlichsten sind, die-

---

1 Ann. de Chimie. T. XXXVIII. p. 229. Schweigger's Journ. N. R. T. XV.

Nutzen nicht für thermoelektrische Ströme leisten, welche
mehr einen Galvanometer von dickem Drahte und weni-
Windungen erfordern. Colladon[1] erhielt von einem
igen thermoelektrischen Elemente bei Anwendung eines
ltiplicators von 100 Windungen eine starke Ablenkung der
gnetnadel, während ein Multiplicator von 500 Windungen
h bei der stärksten Temperaturdifferenz ihm keine Spur
Wirkung zeigte. Becquerel bediente sich bei seinen
suchen eines Multiplicators von drei oder mehreren parallel
en einander aufgewundenen Drähten. Ohm[2] erhielt mit
r Nobili'schen Doppelnadel mit Zuziehung eines aus einer
ie dicken Kupferdrahte verfertigten Multiplicators von 60
indungen, die 2,5 Zoll im Durchmesser hatten, durch Be-
rung einer Wismuthkupferkette mit der warmen Hand Ab-
chungen, die nie über 20° gingen, während dieselbe Kette,
n sie als eine Windung von gleicher Gröfse mit denen
Multiplicators, für sich allein angewandt wurde, gleich-
nur bei Berührung mit der warmen Hand, jene Nadel unter
m Winkel einspielen machte, der 70° stets übertraf. Ohm[3]
st überhaupt durch die Theorie des Multiplicators den Grund
h, warum der Multiplicator in den meisten Fällen die Wir-
g der thermoelektrischen Kette, statt zu verstärken viel-
r schwäche, weil nämlich nicht leicht der Fall eintreten
de, wo eine Windung des Multiplicators dem elektrischen
me weniger Widerstand darbieten werde, als die Kette
st, welches doch die unerläfsliche Bedingung für diese
der Verstärkung sey. In einem scheinbar sehr auffallen-
Widerspruche damit stehn die Versuche von Nörren-
g[4]. Sein Multiplicator enthielt 180 Windungen aus ver-
ertem Kupferdrahte Nr. 12 von nur 0,1 Linie Dicke, die
gnetnadel 2″ 9‴ lang, bestanden aus Stücken einer gerade
genen $1\frac{1}{8}$ Lin. breiten Uhrfeder, welche an einem 1 Z.
in. langen 0,5 Lin. dicken Strohhalm steckten, der selbst
einem 11 Z. langen Coconfaden hing. Dieses Galvanometer
trotz der grofsen Länge von mehr als 240 Fufs des Drahtes

1 Schweigger's Journ. N. R. Th. XVIII. S. 287.
2 Schweigger's Journ. Th. XVI. S. 166.
3 A. a. O. S. 162 fg.
4 Zeitschrift von Baumgartner und von Ettingshausen. Th. III. S.
, vergl. Schweigger's Journ. N. R. Th. XXII. S. 286.

und der grofsen Feinheit desselben so empfindlich für thermoelektrische Ströme, dafs Nörrenberg, als er zwischen die Enden des Multiplicators ein Kettchen hing, dessen zwei Zoll lange, blofs in einander gehängte Glieder abwechselnd aus gleich dicken Platin- und Eisendrähten (Claviersaiten Nr. 4.) bestanden, wenn die Temperatur der Luft 18° und die der Fingerspitzen 28° betrug, eine constante Ablenkung von 7°,5 erhielt, und wenn er ein zweites gleichliegendes Glied anfafste, die Ablenkung verdoppelt wurde. Selbst wenn man statt des Kettchens nur einen zwei Zoll langen Platindraht einhing, und eine der Verbindungsstellen zwischen die Finger nahm, wurde bei dieser geringen Temperaturdifferenz doch noch eine Ablenkung von 3°,5 erhalten. Eine höchst schwache hydroelektrische Kette aus eben jenen Drähten von Platin und Claviersaite Nr. 4., die 2 Z. in blofses destillirtes Wasser tauchten, brachte durch Hülfe dieses Multiplicators doch schon eine Ablenkung von 12° hervor.

Becquerel hat den Multiplicator auf eine sehr sinnreiche Art angewandt, um die verschiedene Stärke des thermoelektrischen Stroms durch verschiedene Metallcombinationen bei gleicher Temperaturdifferenz auf genaue Zahlenwerthe zurückzuführen, und überhaupt in diese Untersuchung Mafsbestimmungen einzuführen. Zuvörderst richtete er sich einen Multiplicator zu, bei welchem die Abweichungen der Magnetnadel mit der gröfsten Genauigkeit in Zahlenwerthen die Intensitäten der elektrischen Ströme angaben. Er nahm Kupferdrähte von ganz gleicher Länge und Dicke, die um die Magnetnadel parallel neben einander geschlungen wurden. Indem er dann nach der Reihe ganz gleiche elektrische Ströme erst durch einen, dann durch zwei, drei, vier u. s. w. dieser Drähte stömen liefs, welche in dieser Folgenreihe gemeinschaftlich wirkend eine stärkere und stärkere Wirkung auf die Magnetnadel ausübten, so waren die Ablenkungen der Magnetnadel jedesmal streng den Mengen der durchströmenden Elektricität proportional und also auch den Intensitäten der elektrischen Ströme, welche durch den gleichen, um diese Magnetnadel geschlungenen Multiplicator strömen, da diese Intensitäten den Mengen, welche in gleicher Zeit durchströmen proportional sind. Ganz gleiche elektrische Ströme verschaffte er sich dadurch, dafs er an die beiden Enden jedes Kupfer-

drahtes einen ganz gleich beschaffenen und ganz gleich langen Platindraht löthete, und die eine Löthstelle in schmelzendes Eis tauchte, um sie auf die constante Temperatur von 0° zu bringen, die andere Löthstelle dagegen in einer unten zugeschmolzenen Glasröhre in einem Quecksilberbade auf einer constanten höheren Temperatur erhielt, die durch ein Thermometer ausgemittelt wurde, welches mit jener Glasröhre in Gröfse und Gestalt möglichst übereinkam. Becquerel theilt die auf solche Weise gefundene Tabelle der Ablenkungen und der ihnen entsprechenden Intensitäten des Stromes für eine Reihe von Temperaturdifferenzen mit. Die Art der Bestimmung der Intensitäten in vergleichbaren Zahlenwerthen wird aus folgendem Beispiele erhellen. Fand er z. B. bei einer Temperaturdifferenz der beiden Löthstellen von nur 5° C., wenn nur in einer Drahtumschlingung der elektrische Strom erregt wurde, eine Ablenkung der Nadel = 0°,65, und bezeichnet man die entsprechende Intensität mit 1, so zeigt die Ablenkung von 1°,3, wenn zwei Drahtwindungen durchströmt werden, eine Intensität = 2, die Ablenkung von 1°,93, wenn drei Drahtwindungen zur Wirkung gezogen werden, eine Intensität = 3 endlich eine Ablenkung von 2°,6 bei gleichzeitiger Anwendung von 4 Drahtwindungen eine Intensität = 4. Wurde dann z. B. die Temperaturdifferenz auf 10° C. erhöht und bei Anwendung einer Drahtwindung eine Ablenkung von 1°,3 erhalten, so war daraus sogleich abzunehmen, dafs durch die Erhöhung der Temperatur um das Doppelte auch die Intensität des Stromes um das Doppelte gestiegen war, da nach der ersten Reihe von Versuchen gerade diese Ablenkung durch den doppelten Strom, nämlich bei der Anwendung zweier Drahtwindungen, durch deren jede der gleiche Strom durchgangen war, erhalten wurde, und man übersieht hiernach leicht, dafs auf diese Weise das Gesetz für das Verhältnifs der Zunahme der Intensität zur Zunahme der Temperatur bestimmt werden konnte.

Um die thermoelektrische Kraft der verschiedenen Metallcombinationen ihrer Stärke nach mit einander vergleichen zu können, war es nicht hinreichend, die verschiedenen Metalle von gleicher Länge und sonstigen gleichen Dimensionen in Form von Streifen oder Drähten zu nehmen und die Lothstellen auf eine gleiche Temperaturdifferenz zu bringen, indem

man z. B. die zwei Löthstellen mit den Enden des Multiplicators auf der gleichen Temperatur von 0° C. erhielt und die dritte Löthstelle zwischen den zunächst zu untersuchenden Metallen auf die oben angegebene Weise auf die gleiche Temperatur erhöhte, denn in diesem Falle wurde die thermoelektrische Wirkung durch das verschiedene Leitungsvermögen mit afficirt, indem der Strom in allen Fällen ein Product aus dem Leitungsvermögen in die thermoelektrische Kraft ist oder durch einen Quotienten dargestellt wird, dessen Nenner der Leitungswiderstand, der Zähler die thermoelektrische Kraft ist, sondern es mufsten die Umstände so eingerichtet werden, dafs in allen Fällen die gleiche Leitung oder der gleiche Leitungswiderstand gegeben war. Zu diesem Behuf stellte BECQUEREL seine Versuche mit einer Kettenverbindung von Drähten von allen Metallen, welche in diese Form gebracht werden konnten, von gleicher Länge und Dicke an, wie sie durch die Zeichnung versinnlicht wird. Indem der thermoelektrische Strom in allen Fällen genöthigt ist, durch denselben Umkreis zu circuliren, so findet für jede Combination stets der gleiche Leitungswiderstand statt und die Intensität des Stromes ist dann blofs eine Function der verschiedenen thermoelektrischen Thätigkeit jeder einzelnen Combination. Die Löthstelle, welche in Rücksicht auf diese letztere untersucht werden sollte, wurde in allen Fällen auf die gleiche höhere Temperatur gebracht, während alle übrige Löthstellen im schmelzenden Eise auf 0° erhalten wurden. Nachfolgende Tafel giebt die Uebersicht der Resultate, welche mit einer Kettenverbindung von Drähten von acht verschiedenen Metallen von einer Länge von 2 Decimetern und einer Dicke von einem halben Millimeter, die mit ihren Enden sorgfältig an einander gelöthet waren, durch Hülfe eines auf die oben angegebene Weise regulirten Multiplicators von kurzer Drahtlänge erhalten wurden.

Fig. 53.

Metalle.	Temperatur d. Löthstelle, welche d. Versuchen unterworfen wurde.	Abweichung der Magnetnadel.	Entsprechende Intensität des elektrischen Stromes.
Eisen und Zinn	+ 20	36°,50	31°,24
Kupfer und Blei	dito	16,00	8,55
Eisen und Kupfer	dito	34,52	27,96
Silber und Kupfer	dito	4,0	2,00
Eisen und Silber	dito	39,00	26,20
Eisen und Platin	dito	7,00	36,07
Kupfer und Zinn	dito	2,00	3,50
Zink und Kupfer	dito	1,00	1,00
Silber und Gold.	dito	0,50	0,50

Vergleicht man diese verschiedenen Intensitäten, so findet man, dafs mit Rücksicht auf die Ordnung, in welcher die Metalle in der thermomagnetischen Reihe auf einander folgen, jedes Metall ein solches thermoelektrisches Vermögen erlangt, dafs die Intensität des an der Löthstelle zweier Metalle erzeugten thermoelektrischen Stromes gleich ist dem Unterschiede der Quantitäten, welche jede dieser Actionen in jedem Metalle darstellt. Bezeichnet man dieses thermoelektrische Vermögen durch p, so findet man für die Wirkung der Löthstelle Eisen und Kupfer: p Eisen — p Kupfer = 27,96, für Eisen und Platin: p Eisen — p Platin = 36,07. Zieht man den ersten Ausdruck von dem zweiten ab, so hat man p Kupfer — p Platin = 8,11 statt 8,55, welches der wirkliche Versuch giebt, die Löthstelle Eisen und Zinn gab 31,24, die von Kupfer und Zinn 3,50. Der Unterschied Eisen und Kupfer ist demnach 27,74, welches von dem durch den Versuch erhaltenen 27,96 gleichfalls nur wenig abweicht. Ebenso giebt die Löthstelle Eisen und Silber 26,20; Eisen und Kupfer 27,96. Der Unterschied beider giebt für die Löthstelle Silber und Kupfer 1,76, welches der durch den Versuch gefundenen Gröfse sehr nahe kommt. Ordnet man die Metalle so, wie sie in der thermomagnetischen Reihe auf einander folgen, indem man von den am meisten positiven Metallen ausgeht, und stellt man den Zahlendraht für die Intensität des Stromes, den je zwei auf ein-

ander in der Reihe folgende Metalle mit einander geben, hin, so erhält man nachfolgende Reihenfolge; Eisen — Silber 26,20; Gold 0,5; Zink 0,26; Kupfer 1,0; Zinn 4,28; Platin 4,76.

Hieraus ergiebt sich eine merkwürdige Uebereinstimmung des Spannungsgesetzes der thermoelektrischen Reihe mit der gewöhnlichen Galvanischen, indem auch in jener wie in dieser, die thermoelektrische Spannung, welche je zwei Glieder der Reihe mit einander geben, gleich ist der Summe der thermoelektrischen Spannungen oder Thätigkeiten der zwischenliegenden Glieder, und ebenso die thermoelektrische Spannung oder Thätigkeit der Endglieder gleich ist der Summe der Spannungen aller zwischen befindlichen Glieder. So ist also die thermoelektrische Spannung von Eisen und Platin = 36, welches gleich ist der Summe der Spannungen von Eisen und Silber, Silber und Gold, Gold und Zink, Zink und Kupfer, Kupfer und Zinn, Zinn und Platin, die thermoelektrische Spannung von Silber und Zinn gleich der Summe der Spannungen von Silber und Gold, Gold und Zink, Zink und Kupfer, Kupfer und Zinn u. s. w. Dafs die Reihe sogleich mit dem grofsen Werthe von 26,20 beginnt, beweiset, dafs zwischen Eisen und Silber noch viele andere Metalle in der Mitte liegen, wie denn auch Stahl, Graphit, Kohle, Cadmium und Wolfram dazwischen fallen. Uebrigens weicht diese von Becquerel aufgestellte Reihe von derjenigen Seebeck's und Cumming's ab, indem Silber und Gold nach diesen Letzteren unter dem Zink stehn. Eine andere Legirung kann dem Golde diese höhere Stellung verschafft haben, indem auch Seebeck einen sehr grofsen Unterschied zwischen den verschiedenen Sorten Gold gefunden hat.

4) Thermoelektrische Kreise aus einem einzigen Metalle.

Auch Kreise aus einem einzigen Metalle, wenn verschiedene Stellen desselben auf eine ungleiche Temperatur gebracht werden, zeigen ganz analoge magnetische Erscheinungen, wie die zwei- und mehrgliedrigen Ketten. Auch hierüber hat Seebeck die ersten Versuche angestellt. Er fand nämlich, dafs die in der obigen Tabelle angeführten Platin-, Gold- und Kupfersorten magnetisch polarisirt wurden, wenn

er zwei von gleichnamiger Art in Form von Stangen oder
chstreifen mit einander verbunden wurden, wo dann schon
e mäſsige Erwärmung einer der Berührungsstellen eine nicht
bedeutende Polarität erregte, sondern die meisten dieser
talle wurden auch dann noch magnetisch polar, als sie ein-
ie und durchaus gleichartige Kreise bildeten, wenn ein
eil derselben in der Temperatur erhöht oder erniedrigt
rde. Auch andere von den in der obigen ersten Tabelle
eführten Metallen, die zu den homogensten gerechnet wer-
i konnten, zeigten ein gleiches Verhalten; doch war, um
e gleich intensive Polarisation, wie in Ketten aus zwei
edern hervorzurufen, stets eine viel stärkere Erhitzung ei-
der Stellen des Kreises erforderlich. Am stärksten wurde
Ablenkung der Magnetnadel, wenn das eine Ende des sie
schlieſsenden Bogens in das theilweise zum Schmelzen ge-
chte Metall getaucht oder mit dem glühend gemachten Ende
Berührung gebracht wurde. Brachte er zuerst das untere
le des aus durch Cupellation gereinigten Silbers bestehen-
, die Magnetnadel umschlieſsenden Bogens in das im Sü-
stehende ganz gleichartige geschmolzene Metall, und nach-
das obere, so erfolgte eine östliche Ablenkung der Ma-
tnadel. Wurde dagegen das obere Ende zuerst und das
ere zuletzt hineingebracht, so erfolgte eine westliche Ab-
kung. Vollkommen in Ruhe blieb aber die Nadel, wenn
beiden kalten Enden des Bogens zugleich in das flieſsende
all gebracht wurden. Eine ganz ähnliche, nur schwächere,
rkung fand statt, wenn das Metall schon im Tiegel er-
rt war und aufgehört hatte zu glühn, wenn nur das eine
le des Bogens mit dem heiſsen Metall längere Zeit in Be-
rung blieb als das andere. Legt man hierbei die Theorie
trischer Ströme zum Grunde, so deutete die Art der Ab-
ung der Magnetnadel an, daſs jedesmal der elektrische
m aus dem heiſseren in das relativ kältere Ende überging
r das flieſsende Metall sich als negativ elektrisch verhielt.
gleichem Uebergange der Wärme in die beiden gleich kal-
Enden muſsten sich die entstandenen thermoelektrischen
me im Gleichgewichte halten, oder es kam zu keinem
lichen Kreislaufe der Elektricität. Ein ganz gleiches
halten zeigte unter gleichen Umständen Zink und Cad-
m. Entgegengesetzte Ablenkungen der Magnetnadel unter

gleichen Umständen gaben aber Platin Nr. 1., Kupfer Nr. 1 und Messing Nr. 2.

Folgende Tafel 1 giebt eine Uebersicht des Verhaltens der Magnetnadel innerhalb solcher einfacher Bogen, wenn die Enden derselben im Süden lagen, und das obere Ende das heifsere war, der Versuch also wie der erste Versuch mit dem Silber angestellt wurde.

1) Wismuth	schwach, östlich.
2) Nickel	ziemlich lebhaft östlich.
3) Legirung aus Kupfer 2 Theilen, Nickel 1 Theil	sehr schwach östlich.
4) Palladium	stark östlich.
5) Platin Nr. 1.	stark östlich.
6) Kupfer Nr. 0.	ungleich sowohl östlich als westlich
11) Gold Nr. 1.	zuerst östlich, stärker erhitzt westlich.
12) Kupfer Nr. 1.	östlich.
13) Messing Nr. 2.	zuerst östlich, stärker erhitzt westlich.
16) Blei	Null.
17) Zinn	Null.
18) Platin Nr. 3.	sehr schwach östlich.
21) Kupfer Nr. 2.	stärker östlich.
24) Gold Nr. 2.	stark westlich.
25) Silber	— —
26) Zink	— —
29) Platin Nr. 4.	Null.
30) Cadmium	stark westlich.
31) Stahl	schwach westlich.
32) Stabeisen	schwach westlich.
34) Antimon	ungleich, in einigen Fällen westlich in andern östlich.

In Betreff des Antimons und Wismuths bemerkt SEEB[ECK] dafs sie in Rücksicht auf ihre Sprödigkeit nicht wohl als einfache Bogen betrachtet werden können.

Wie schon in der geschichtlichen Einleitung bemerkt

1 Die Zahlen beziehn sich auf die Nummern der ersten thermomagnetischen Reihe.

rde, hat von YELIN[1] ohne von SEEBECK's Versuchen der-
ben Art unterrichtet zu seyn, an einem einfachen Kupfer-
;en (einem in Form eines Rechtecks gebogenen Kupfer-
ifen) diese Erscheinungen wahrgenommen und durch man-
faltige Abänderung der Versuche, indem das durch eine
ingeistlampe erhitzte Eck des Rechtecks bald im Süden,
l im Norden, bald oberhalb, bald unterhalb sich befand,
h die Magnetnadel bald innerhalb des Bogens, bald über,
l unter denselben gebracht wurde, durch die Art der Ab-
tung der Magnetnadel, sofern dieselbe als Wirkung eines
trischen Stromes betrachtet wird, das gleiche Resultat er-
en, dafs der (positive) elektrische Strom von der erwärm-
Stelle sich nach der kälteren bewegte. Am einfachsten
en sich diese Versuche mit Hülfe des Multiplicators an-
en, wie dieses namentlich von NOBILI geschehn ist[2]. Be-
t man sich eines Multiplicators von Kupferdraht, und
ht das eine Ende desselben rothglühend und drückt das-
e genau auf das andere kalte Ende, so zeigt die Abwei-
ng der Magnetnadel sogleich die Entstehung eines elektri-
n Stromes an, welcher seine Richtung von dem heifsen
ı dem kalten Ende nimmt. Ganz ebenso verhält sich ein
erdraht, aus welchem man den Multiplicator verfertigt hat.
nliche Versuche kann man auch mit andern Metallen an-
en, wenn man ganz gleich beschaffene Drähte derselben
den beiden Enden des Multiplicators verbindet, das eine
e über einer Weingeistlampe stark erhitzt und an das an-
kalte Ende andrückt. Nach dem oben Angeführten ver-
n sich die beiden kalten Enden, die mit den Drahtenden
Multiplicators von gleicher Temperatur verbunden sind,
wenn sie sich unmittelbar berührten, und man hat also
iesen Versuchen gleichsam einen Bogen nur von einem
lle.

Die Metalle zeigen sich auch bei dieser Art zu experi-
iren, verschieden sowohl in Hinsicht der Stärke als auch
Richtung des so erregten elektrischen Stromes, sofern die
nkung der Magnetnadel das Mafs dafür ist, mit Beziehung
lie erhitzte Stelle. In letzterer Hinsicht theilen sich die

---

[1] G. LXXIII. 452.

[2] Schweigger's Journ. Neue Reihe Th. XXIII. S. 266.

Metalle nach NOBILI's Versuchen in zwei Classen. Bei den einen geht der (positive) elektrische Strom von der erhitzten nach der kalten Stelle, bei der andern Classe in entgegengesetzter Richtung von der kalten nach der erhitzten Stelle. Zu der ersten gehören namentlich Wismuth, Silber, Platin, Kupfer, Messing, Gold, Zinn, Blei; zur zweiten Zink, Eisen und Antimon. In dieser Hinsicht stimmen NOBILI's Versuche nicht mit denen von SEEBECK überein, welcher für Zink dieselbe Art der Ablenkung, wie für Gold und Silber erhielt, indefs kann diese Verschiedenheit des Erfolgs von der Verschiedenheit der Temperatur abgehangen haben, bei welcher beide Physiker operirten, indem nach Verschiedenheit der Temperaturdifferenz dieselben Metalle entgegengesetzte Ströme geben, wie auch SEEBECK ausdrücklich bei Messing Nr. 2 beobachtet hat.

In Rücksicht auf die Stärke des Stroms, welche die Metalle bei gleicher Temperaturdifferenz geben, fand auch NOBILI Zinn und Blei, von welchen SEEBECK gar keine Wirkung erhielt, am schwächsten wirkend. Darf man v. YELIN's Versuche über den Thermomagnetismus der einzelnen Metallstangen, von denen bald die Rede seyn wird, auf das Verhalten der Metalle in geschlossenen Ketten anwenden, wozu aller Grund ist, da ja dieselbe Ursache in beiden Fällen sich thätig beweiset, so ordnen sich die Metalle in Absicht auf die Intensität des in ihnen erzeugten elektrischen Stromes in folgende Reihe:

Wismuth (das stärkste), Antimon, Zink, Silber, Platin, Kupfer, Messing, Gold, Zinn, Blei.

Für die Wirkungsart der Wärme bei diesen Erscheinungen und für den Einflufs der Art der Fortpflanzung derselben sind einige hierher gehörige Versuche BECQUEREL's nicht ohne Interesse. Wurde ein Platindraht mit seinen beiden Enden mit den Enden des Multiplicatordrahtes verbunden, und derselbe, sofern er nur als ein Continuum wirkte, an irgend einem Puncte durch die Flamme einer Weingeistlampe erhitzt, so blieb die Nadel vollkommen in Ruhe. Rollt man aber den Platindraht an irgend einer Stelle zur Spirale auf, wie die Zeichnung darstellt, und erhitzt man f, so wird die Nadel des mit dem Platindrahte verbundenen Multiplicators so abgelenkt, wie wenn ein (positiver) elektrischer Strom in der Richtung

Fig. 54.

wie

:h der Spirale und sofort nach a bewegt würde. Hakt man ei Kupferdrähte zusammen, deren andere Enden mit den Fig. 55. den des Multiplicators zusammengelöthet sind, und erhitzt n z. B. links von der Stelle des Zusammenhakens in a, so ıt der (positive) elektrische Strom nach der linken Seite h b, umgekehrt verhält sich die Sache, wenn man rechts b erwärmt; es überziehn sich hierbei die beiden Enden Kupferdrahtes mit einer dünnen Schicht von Kupferoxyd, lche der Fortpflanzung der Wärme nach der einen oder an- n Seite Widerstand leisten sollen.

Noch verdienen die Versuche des Americaners Emmet eine Erwähnung, indem sie von den bisherigen darin ab- chen, dafs er Scheiben von Metall und zwar heifse auf e oder auch heifse auf heifse legte und durch Hülfe eines ltiplicators, dessen Enden mit den Scheiben in Verbindung den, die Richtung und Stärke des dadurch erregten ther- lektrischen Stromes durch die Abweichung der Magnetna- bestimmte. Die gröfste Zahl seiner Versuche bezog sich das Verhalten zweier heterogener Metallscheiben, die auf e Weise mit einander combinirt wurden; zugleich stellte ıber auch Versuche über das Verhalten homogener Metall- ten mit einander an. Auch er fand, wie Nobili, dafs in Rücksicht auf ihr Verhalten die Metalle in 2 Gruppen lten. Bei der einen bewegt sich der (positive) elektrische m in einer Richtung mit der Wärme, beide Ströme sind :hlaufend, d. h. der Strom geht von dem warmen nach kalten Metalle. Diese Metalle nennt Emmet negative alle, weil sie bei der Erwärmung ein Bestreben zeigen, itive) Elektricität abzugeben; sie sind Platin, Gold, Sil- Kupfer und Nickel, bei den andern gehn die beiden me in entgegengesetzter Richtung, d. h. der (positive) rische Strom geht vielmehr von dem kalten Metalle nach heifsen; Emmet nennt sie positive Metalle, und es ge- n dahin Zinn, Blei, Zink, Eisen, Messing, Arsenik, An- n und Wismuth..

Diese Folgenreihe scheint auch diejenige der Stärke der noelektrischen Action zu seyn, wobei das schwächste Me- den Anfang macht. Dabei bemerkt Emmet noch, dafs Metalle für alle Temperaturdifferenzen in ihrem Verhalten h bleiben.

In den bisher mitgetheilten Versuchen über das thermoelektrische Verhalten von einerlei Metall waren die Metalle nicht als ein Continuum in Anordnung gebracht; es zeigen sich aber unter der angegebenen Bedingung der Temperaturdifferenz, auch bei Kreisen, die ein wahres Continuum darstellen, deren Metalle durch einen Gufs in diese Form gebracht sind, thermomagnetische Strömungen, doch gilt dieses vorzüglich nur für diejenigen Metalle, die durch ein krystallinisches (blättriges) Gefüge sich auszeichnen, insbesondere von Antimon und Wismuth. Auch hierüber hat SEEBECK die ersten Versuche angestellt. Rahmen und Ringe vom besten im Handel vorkommenden Antimon gaben, an einzelnen Stellen erwärmt, sehr starke magnetische Polarisation, an andern Stellen eine schwache oder gar keine. So z. B. war die Polarität an einem 0,5 Z. dicken und 6 Z. im Durchmesser haltenden Ringe von Antimon die Polarität am stärksten, wenn a und b allein erwärmt wurden, dagegen fehlte jede Spur derselben, wenn c oder d erwärmt wurden; bei Erwärmung eines zwischen a und b liegenden Punctes war die Polarisation verhältnifsmäfsig um so stärker, je näher er a oder b, und um so schwächer, je näher er c oder d lag. Bei gleichzeitiger und gleich starker Erwärmung von a und b blieb alle Polarisation aus. Es ging hieraus hervor, dafs dieser scheinbar homogene Ring aus zwei ungleichen, einander entgegengesetzten Hälften bestand, die, wie auch weitere Versuche bestätigten, sich als heterogene Metalle gegen einander verhielten, nämlich acb als ein westliches (positives) und adb als ein östliches (negatives) Metall der thermomagnetischen Reihe. In einem andern Ringe hatten die vier Hauptpuncte eine andere Lage gegen einander und gegen den Eingufspunct, der im vorigen Falle sich in a befand. Auch in rectangulären Rahmen war die Lage dieser Puncte der in andern nicht völlig gleich, doch bestanden alle diese Körper aus zwei einander entgegengesetzten, meistens aber ungleichen Hälften. Ganz ebenso verhielten sich Ringe und Rahmen aus käuflichem Wismuth. In einem solchen Ringe lagen die beiden die stärkste Polarität erregenden Puncte in a und b, einander beinahe diametral gegenüber in gleichen Abständen von der Eingufsstelle g. Die Hälfte acb verhielt sich als westliches, die Hälfte adb als östliches Metall. Dieses Verhalten lie-

Fig. 56.

Fig. 57.

ich aus einer Trennung des selbst nicht ganz homogenen letalles in zwei ziemlich regelmäfsig vertheilte ungleiche Me-llmischungen erklären. Diesemnach war eine noch gröfsere Virkung von ähnlichen Apparaten aus künstlich gemachten egirungen zu erwarten. Ein Versuch mit einem aus einer lischung von 8 Theilen Antimon mit 3 Theilen Zink ge-ossenen rectangulären Rahmen gab ein dieser Ansicht günsti-es Resultat. Denn wenn die Abweichung der Magnetnadel i einem Rahmen von Antimon, welcher mit diesem letztern leiche Gröfse hatte und gleich stark an dem günstigsten Puncte wärmt wurde, nur 2°, höchstens 3° betrug, so stieg sie in iesem bis auf 10°, war aber bei Erwärmung anderer Puncte eichfalls Null.

In einem gegossenen Rahmen aus Messing war nicht eine pur magnetischer Polarisation bemerklich zu machen. In ehnbaren und schwerflüssigen Legirungen scheint sich über-upt jene zur Erregung einer magnetischen Polarisation er-rderliche Heterogeneität verschiedener Stellen nicht zu bil-n, wie in spröden und leicht flüssigen Legirungen. Spä-re Untersuchungen lehrten jedoch, dafs eine Heterogeneität ofs im krystallinischen Gefüge, zunächst nur abhängig von r mehr langsamen oder schnellen Abkühlung, der eigentli-e Grund jenes Verhaltens von Ringen, Rahmen u. s. w. y, wie wenn sie aus zwei heterogenen Metallen zusammen-setzt wären. Als nämlich jener Antimonring zerbrochen urde, zeigten sich jene zwei Hälften, die sich wie positi-s und negatives Metall gegen einander verhalten hatten, in rem krystallinischen Gefüge wesentlich verschieden, die öst-he Hälfte zeigte ein feinkörniges Gefüge, die westliche ein rnförmig-strahliges. Dieses verschiedene Verhalten hängt von r verschiednen Art der Abkühlung ab; das durch schnelle kühlung erstarrte Antimon nimmt stets ein feinkörniges, das h langsam abkühlende ein strahlig-sternförmiges Gefüge . Daher Stangen von Antimon, die in aufrechte Formen, sonders in kalte Formen von Eisen gegossen werden, an em untern Ende feinkörnig, an ihrem obern Ende strahlig-rnförmig erscheinen. Zwei solche Stangen mit ihren Enden n jenem verschiedenen krystallinischen Gefüge zusammenge-icht, an dieser Berührungsstelle erwärmt, und mit ihren bei-n andern Enden zur Kette geschlossen, zeigen eine auffal-



fende magnetische Polarisation, und zwar stand das fein r-nige Ende im Osten, das sternförmig-strahlige im Westen, wenn der untere Berührungspunct erwärmt wurde und der Nordpol der Kette nach Norden gerichtet war. Uebrigens verhielten sich beide Enden mit Arsenik und Tellur auf gleiche Weise, wie sie auch mit denselben verbunden seyn mochten. Beim Ringe aus Wismuth und aus jener Legirung, aus Antimon und Zink, war indefs keine solche Verschiedenheit in dem krystallinischen Gefüge der beiden Hälften zu unterscheiden.

Hierher gehört auch Emmet's Beobachtung, welcher fand, dafs Scheiben von Antimon und Arsenik bis zu einem gewissen Grade erhitzt, und mit andern Metallen berührt, an nahe bei einander liegenden Stellen der Oberfläche beide elektrische Ströme abgaben, ohne dafs eine andere Ursache, als eine Verschiedenheit der Krystallisation an diesen auf eine entgegengesetzte Weise wirkenden Theilen der Oberfläche anzunehmen war. Diese verschiedenen Ströme an verschiedenen Stellen derselben Oberfläche hörten aber bei verschiedenen Temperaturen auf, je nach Verschiedenheit des berührenden Metalls, z. B. wenn eine heifse Antimonstange von Silber berührt wurde bei 280° F., für Gold bei 90° F. u. s. w.

Seebeck's Versuche mit Ringen, viereckigen Rahmen u. s. w. von Wismuth und Antimon sind später von dem Engländer Sturgeon[1] mit vieler Sorgfalt wiederholt und ganz ähnliche Resultate erhalten worden. Wir heben einige neue Beobachtungen hervor. Erhitzt man ein gegossenes Rechteck von Wismuth, und untersucht man stellenweise dessen magnetische Kraft, so trifft man auf Stellen, die öfters einen grofsen Theil einer Seite einnehmen, zuweilen aber auch ganz schmal sind, durch deren Erhitzung nicht die geringste magnetische Polarisation in dem Vierecke erregt wird. Eine solche Stelle ist stets der Punct, wo die metallische Masse in die Form gegossen wurde. Sonst zeigt sich aber nichts Constantes über die Lage dieser neutralen Puncte, indem Sturgeon sie bald in den Ecken des Rechtecks, bald an den Seiten desselben fand. Erhitzt man seitwärts von einem solchen

---

1 Philos. Magazine T. X. p. 116. Becquerel's Traité cet. T. II. p. 41.

utralen Puncte, so findet magnetische Polarisation statt, die
ıgnetnadel wird aber bei der Erwärmung rechts und links
:h entgegengesetzten Richtungen abgelenkt, oder es werden
Sinne der thermoelektrischen Theorie elektrischer Ströme
:h entgegengesetzten Richtungen in Bewegung gesetzt. Da-
ı geschieht es oft, dafs wenn bei einem solchen Rahmen die
tze auf die nach aufsen gerichtete Seite angebracht wird,
Abweichung der Nadel die entgegengesetzte von derjeni-
ı ist, welche entsteht, wenn die Hitze auf die innere Seite
virkt hat, ein Beweis, dafs die elektrischen Ströme an den
den Seiten in entgegengesetzter Richtung sich bewegen,
rüber die weiter unten folgenden Versuche mit einzelnen
ngen einen ferneren Beweis liefern werden. Ebenso ver-
ten sich Ringe und Ellipsen. STURGEON fand bestätigt,
s auch schon SEEBECK beobachtet hatte, dafs dieses von
n verschieden krystallisirten Gefüge abhänge, und dafs nur
ismuth, Antimon und Zink, welche sich durch ihre kry-
llinische Textur auszeichnen, dieselben in einem bemerkli-
:n Grade zeigen. Werden daher diese Metalle mit etwas
ın oder Blei versetzt, welche ihr Vermögen zu krystallisiren
heben, so zeigen sich unter gleichen Umständen jene ther-
ımagnetischen Erscheinungen nur in geringem Grade.

5) Thermomagnetische Erscheinungen in geraden Stangen, Scheiben u. s. w.

Auch die Versuche dieser Art wurden zuerst von SEE-
:K angestellt, indem das beschriebene Verhalten von Rin-
ı, Rahmen u. s. w. ihn darauf führte. Wurde das eine
:r andere Ende viereckiger Stangen am Antimon von 6 bis
Z. Länge und 5 Lin. im Quadrat erwärmt, so zeigten sich
wache magnetische Wirkungen und zwar so, dafs die Pole
zwei einander entgegengesetzten Flächen, öfters aber noch
zwei diagonal einander gegenüberstehenden Kanten vertheilt
ten. Ward z. B. das Ende α erwärmt, so lag an mehre- Fig. 58.
ı Antimonstangen der Südpol in a′, der Nordpol in b′. Die
nten c′ und d′ verhielten sich neutral oder wie die Mitte
vöhnlicher Magnetstäbe. Die Stangen zeigen sich aber
ht in ihrer ganzen Länge, in der ganzen Ausdehnung ih-
Flächen magnetisch polar, der polarisch gewordene Theil

erstreckte sich nur auf einen kleinen Raum, bei einer 10zölligen Stange auch bei plötzlicher und ziemlich starker Erhitzung nicht über ihre Mitte a hinaus, das Ende β, welches weder erwärmt noch erkaltet war, zeigte keine Wirkung auf die Magnetnadel. Der Magnetismus war immer in dem ersten Momente nach dem Erwärmen des Endes der Stange am stärksten, nahm aber in dem Verhältnisse mehr ab, in welchem sich die Erwärmung in der Stange mehr verbreitete. An kalten Metallstäben, so wie an den in ihrer ganzen Länge gleichförmig erwärmten, war keine Spur von Magnetismus zu bemerken. In der Lage und Stärke der Pole stimmten selten zwei Metallstangen mit einander überein, und auch in der Polarisation einer und derselben Stange zeigte sich nach alleiniger Erwärmung jeder derselben eine beträchtliche Verschiedenheit. Seebeck führt einzelne Beispiele als Belege an. Immer aber verhielt sich der Magnetismus als ein transversaler, oder die Magnetnadel wurde nach Osten oder Westen abgelenkt, wenn in der normalen Lage ihre Axe mit der Längenaxe der Stange parallel war.

An manchen Stangen zeigte sich bei der Erwärmung des einen Endes nur ein höchst schwacher Magnetismus, während die Erwärmung des andern Endes starke Polarisation erzeugte. Bei andern war kaum einiger Magnetismus wahrnehmbar, es mochte das eine oder das andere Ende erwärmt werden. Wurden beide Enden zugleich erwärmt, während die Mitte kalt blieb, so fand man sie ebenso polarisirt, wie wenn die einzelnen Enden jedes für sich durch Erwärmung polarisirt worden wären. Wurden die Stangen in der Mitte a b c d erwärmt, und blieben die beiden Enden kalt, so zeigte sich eine doppelte Polarisation, die am stärksten ist in der Nähe der erwärmten Mitte und nach den Enden α und β abnimmt. Der Transversalmagnetismus war in dem regelmäfsigsten Falle auf beiden Seiten von entgegengesetzter Beschaffenheit, links von a ein Nordpol, links von b ein Südpol, dagegen rechts von a ein Südpol, rechts von b ein Nordpol. Wurde eine (am besten durch einen heifsen Bolzen) gleichförmig erwärmte Antimonstange plötzlich an einer Stelle abgekühlt, so traten sogleich Pole hervor und zwar von entgegengesetzter Lage von denjenigen, welche durch die Erwärmung ebendieser Stelle hervorgerufen worden waren.

Ganz auf dieselbe Weise verhielten sich Stangen von al-
andern Metallen, in welchen auf gleiche Weise magneti-
e Polarisation erregt werden konnte. Eine solche plötzli-
Abkühlung an einer Stelle liefs nie eine bleibende Verän-
ung zurück; waren die Stangen auf die ursprüngliche Tem-
atur zurückgekommen, so verhielt sich alles bei Wieder-
ung der Versuche, wie das erstemal. In dicken Stangen
ielt sich unter sonst gleichen Umständen bei gleichen Län-
dimensionen die Polarisation länger als in dünnen Stangen.
m Zerbrechen zeigten die Stangen, in welchen der stärkste
gnetismus aufgetreten war, stets ein sternförmig-strahliges
füge, durch die ganze Länge der Stange gleichförmig, die
timonstangen mit feinkörnigem Gefüge hatten nur einen
wachen Magnetismus gezeigt.

Da das käufliche Antimon, aus welchem jene Stangen ge-
sen waren, etwas Eisen enthielt, so wurde versucht, ob
chen Stangen durch Streichen mit starken Magnetstäben Ma-
etismus mitgetheilt werden könnte, aber ohne Erfolg. Auch
rden Bruchstücke desselben von Magneten nicht angezogen.
ngen von ganz reinem Antimon verhielten sich ebenso
rksam, wie Stangen von käuflichem. Stangen von Wis-
ith verhielten sich wie diese, aber in Stangen von reinem
tin, feinem Silber, Messing und geschmeidigem Kupfer war
ne deutliche Spur von magnetischer Polarisation auf die
n angegebene Weise zu erzeugen. Nur an einer einzelnen
ossenen Kupferstange zeigte sich ein höchst schwacher Ma-
etismus, doch ohne regelmäfsig vertheilte Pole. Dagegen
wirkte eine gegossene Stange Zink durch Erwärmung eines
er Enden eine schwache, doch deutliche Ablenkung der
gnetnadel, und hatte regelmäfsige Pole.

Legirungen von Wismuth und Kupfer, Antimon und Zink,
timon und Kupfer und Wismuth und Antimon in Form von
ngen wurden gleichfalls thermomagnetisch unter den oben
egebenen Bedingungen, und zwar, was die Intensität der
irkung betrifft, in der angeführten Ordnung. Indem Seе-
ck von der Voraussetzung ausging, dafs in solchen Stangen
e ähnliche, gleichsam der ganzen Länge nach fortlaufende
terogeneität statt finde, wie sie zwischen den zwei Hälften
er Ringe von Antimon beobachtet wurde, wo dann nur
Unterschied statt finden würde, dafs in den Ringen und

Rahmen die heterogenen Hälften nur in zwei Berührungsstel-
len auf einander wirken, während in den Stangen eine solche
Wirkung in der ganzen Ausdehnung ihrer Länge statt fände
so war von Stangen, die durch Verbindung zweier Stangen
von verschiedenen Metallen durch Zusammenschmelzen oder
Zusammenschweifsen gebildet wurden, eine noch gröfsere In-
tensität von thermomagnetischer Thätigkeit zu erwarten, und
in der That bestätigte der Versuch ganz diese Vermuthungen.
Solche Doppelstangen von Antimon und Wismuth, Antimon
und Glockenmetall, Antimon und Kupfer, Antimon und Zink,
zeigten bei Erwärmung an dem einen oder andern Ende, oder
in der Mitte ganz dieselben Erscheinungen, wie die einfachen
Stangen, nur mit gröfserer Stärke, jedoch nicht von gröfserer
Ausdehnung von der erwärmten Stelle aus, wie in den einfa-
chen Stangen, und wenn das erwärmte Ende einer solchen
Doppelstange nach unten, und ihr Nordpol nach Norden ge-
richtet war, so zeigte sich die relative Stellung beider Metalle
ganz so, wie in der zweigliedrigen Kette, d. h. das in der
thermomagnetischen Reihe tiefer nach dem westlichen Ende zu
gelegene Metall war nach Westen, das höher in der Reihe
stehende nach Osten gerichtet. Durch diese Zurückführung
auf die zweigliedrige Kette liefs sich auch bestimmen, wie die
zwei blofs durch krystallinisches Gefüge von einander abwei-
chenden Theile oder Hälften eines und desselben Metalls sich
gegen einander verhalten, zu welchem Zwecke Seebeck eine
Stange von Antimon in eine eiserne Form gofs, welche aus
zwei Hälften bestand, wovon die eine heifs, die andere kalt
war, die eine Hälfte der Stange also rasch erstarrte und ein
mehr körniges Ansehn annahm, die andere langsam erstarrende
Hälfte mehr sternförmig strahlig sich darstellte. Wurde die
Stange an dem einen oder andern Ende erwärmt, so wurde
sie magnetisch, und zwar lagen die Pole längs den Kanten,
wo die beiden Hälften der Form in Berührung gewesen wa-
ren, und aus der Lage der beiden Hälften der Stange ergab sich
dann, dafs die in dem heifsen Theile der Form langsam abge-
kühlte Hälfte sich als westliches (positives), die andere schnell
erstarrte Hälfte als östliches (negatives) Metall verhielt.

Auch mit Scheiben stellte Seebeck Versuche an, und
zwar polarisirte sich jeder Theil einer solchen Scheibe nach
Erwärmung jedes der einzelnen auf einander folgenden Puncte

ung jedesmab,

g in derselben Art, wie es auch ein Segment der Scheibe
an haben würde, wenn es in der Mitte allein in der Tem-
tur erhöht worden wäre.

Auch eine hohlgegossene Kugel von Antimon wurde nach
ärmung einzelner Stellen gleichfalls magnetisch-polar und
völlig so, wie auch ein Segment der Kugel bei Erwär-
g des Mittelpunctes desselben für sich geworden wäre.
olgt man die erzeugten Polarisationen, so ergiebt sich,
in den sämmtlichen, in der Aequatorialebene gelegenen,
rer Temperatur erhöhten Puncten die durch Erwärmung
ugten Theile der Pole sich einander gegenseitig schwä-
, die in die Meridianebenen fallenden Theile jener Pole
nder gegenseitig verstärken müssen, und daſs also die Po-
it in der Meridianebene schon hierdurch das Uebergewicht
die in der Aequatorialebene erhält, daſs ferner jene in
Meridianebene oberhalb und unterhalb der Aequatorial-
e gelegenen entgegengesetzten Pole noch beträchtlich ver-
t und ausgedehnt werden, wenn die Endpuncte jener Me-
ne stark abgekühlt werden. Die Anwendung, die sich
von auf die Erklärung des Erdmagnetismus machen läſst,
ebt sich von selbst.

V. Yelin, ohne, wie es scheint, von Seebeck's Versu-
n mit einfachen geraden Stangen nähere Kenntniſs gehabt zu
en, ungeachtet dieselben schon im August 1821 der Berliner
demie mitgetheilt waren, diejenigen des Münchner Physikers
gen erst den 12ten April in der physikalischen Classe der
rischen Akademie vorgetragen wurden, erhielt ganz glei-
Resultate. Bei der groſsen Empfindlichkeit der Boussole,
er anwendete, erhielt er selbst in Fällen positive Resul-
, wo Seebeck keine erhalten hatte. Er fand zwar wie
er, daſs Antimon und Wismuth am stärksten polarisirt
den, allein er will auch durch Temperaturdifferenzen Stan-
von andern Metallen, namentlich von Kupfer, Silber, Zink,
bestimmt magnetisch polarisirt gefunden haben. Dabei
ten ihm die Stangen in ihrer ganzen Länge, gerade wie
beck gefunden hatte, Transversalmagnetismus, und zwar
entgegengesetzter Lage der Pole, je nachdem das eine
r andere Ende erwärmt war; wurde dagegen die Stange
der Mitte erhitzt, so war der Magnetismus dreifach, an den
len Enden gleichgerichtet, in der Mitte von entgegenge-

Fig. 59. u. 60. setzter Lage der Pole, wie in der Zeichnung aus der Ablenkung der Magnetnadel ersichtlich ist, unterhalb welcher der Stab bald mit dem Ende A, bald nach Umkehrung der Stange mit dem Ende B von Norden nech Süden vorwärts geschoben wird. Wurde der Stab auf diese Weise oberhalb der Nadel vorwärts bewegt, so waren die Ablenkungen entgegengesetzt. Merkwürdig sind die Versuche mit verschiedenen Stangen von Wismuth von 7 Zoll Länge und einer solchen Form, dafs ihr Querschnitt ein Dreieck, Viereck, Sechseck und einen Kreis darstellte von 1 Zoll Durchmesser, in welchen sich jene drei erstern gerade einschreiben liefsen. Von Yelin stellt graphisch die Vertheilung der Magnetpole an diesen verschiedenen Querschnitten dar, und findet darin keine durchgängige Uebereinstimmung mit der Vertheilung der magnetischen Pole in einem Oersted'schen (von einem hydroelektrischen Strome durchlaufenen) Drahte. Die Darstellung der Art, wie jene Pole der Querschnitte ausgemittelt wurden, ist jedoch unklar, und es ergiebt sich nur das allgemeine Resultat, was auch durch anderweitige Versuche bestätigt wird, dafs in solchen Stangen, wenn sie durch Erwärmung magnetische Polarität erhalten, sich die elektrischen Ströme, von welchen die magnetischen Wirkungen abhängen, nicht wie im Oersted'schen Drahte als in einer Richtung durch die ganze Stange bewegend darstellen, sondern die an der untern Seite sich hinbewegenden bei einzelnen Stangen sich an der obern Seite in entgegengesetzter Richtung zurückbewegend zeigen. So fand Sturgeon, welcher viele ähnliche Versuche mit viereckigen und cylindrischen Stangen von Wismuth und Antimon anstellte, dafs bei einem cylindrischen Stabe von Antimon von 8 Z. Länge und 0,75 Z. im Durchmesser, dessen Enden scharf abgeschnitten wurden, um reine Flächen zu erhalten, wenn er nur die eine Hälfte einer dieser Flächen erwärmte, sich eine Reihe von elektrischen Strömen erzeugte, von deren Richtung man sich leicht durch die Richtung der Magnetnadeln wird Rechenschaft geben können. Ein anderer

Fig. 61. ähnlicher Cylinder, der an dem einen Ende gleichförmig erhitzt wurde, erschien gleichsam durch eine seine Axe schneidende Ebene in zwei Hälften getheilt, durch deren jede Mitte eine Linie der Länge nach ging, welche sich neutral verhielt, so dafs drei wirksame magnetische Axen, und an den

erhielt, so

egengesetzten Flächen entgegengesetzte Ströme erkennbar n, wie aus der Zeichnung leicht zu ersehn ist. Bei ei- Kegel von Antimon, von 4,5 Z. Höhe und 2,2 Z. Basis en die elektrischen Ströme von oben nach unten (nach Ablenkung der Magnetnadel bestimmt), oder von un- nach oben, je nachdem die Basis abgekühlt oder erhitzt le.

Fig. 62.

V. Yelin erkannte auch ganz richtig den Einflufs, wel- die Art der Abkühlung auf das Verhalten solcher Stangen Wismuth und Antimon ausübt. So fand er einen sehr ɜntlichen Unterschied in der Vertheilung der Pole zwischen m schnellen kalten Wasser und einer langsam abgekühlten ge von Wismuth und zwischen dem Verhalten der beiden en einer und derselben Wismuthstange, abhängig von der chieden schnellen Erkaltung derselben. Es stellen E und e beiden Enden der langsamer erkalteten Wismuthstange und zwar F das obere, am Eingusse befindliche und E untere; das obere ist in zwei ungleiche (bei der rasch ab- ihlten Stange waren sie von gleicher Ausdehnung) Polari- iälften abgetheilt, wovon der einen, welche den Nordpol Magnetnadel nach Osten ablenkt, etwa 90°, der andern, westliche Ablenkung bewirkenden, 270° zukommen, das ɜre Ende zeigt bei der Erwärmung sechs Pole, so dafs stärksten, mit ω bezeichneten Theile 95°, dem folgenden chen 62°, dem daranstofsenden westlichen 57°, dem nächst- ɜnden östlichen 45°, dem darauf folgenden westlichen 42° endlich dem letzten östlich ablenkenden 56° zukommen. Yelin nimmt von dem obern Ende an, dafs es wegen der ittelbaren Einwirkung der Luft schneller erkaltet, auch weniger dichtem Gefüge sey, und dafs das untere Ende e mehreren Pole der mehr gleichförmigen und entwickel- n strahligen Krystallisation zu verdanken gehabt habe.

Fig. 63.

Gesetze für die Intensität und die Art der Vertheilung der magnetischen Polarisation in der einfachen thermomagnetischen Kette.

Wir haben zwar schon in den vorhergehenden Artikeln ɜgenheit gehabt, im Vorbeigehn von dem Einflusse ver-

schiedener Umstände auf die Stärke und die Art der Vertheilung der magnetischen Pole in einfachen thermoelektrischen Ketten zu sprechen. Hier sollen aber noch besonders die Resultate genauer messender Versuche über die Abhängigkeit der Intensität und Richtung der Pole von den Temperaturdifferenzen mitgetheilt werden. Den Bemühungen BECQUEREL's verdanken wir in dieser Hinsicht die genauesten Versuche. Durch Hülfe seines, nach der oben beschriebenen Methode regulirten Multiplicators bestimmte er das Gesetz, nach welchem mit Zunahme der Temperaturdifferenz zweier Lothstellen die Intensität des elektrischen Stromes zunimmt. Nachfolgende Tabelle stellt das Resultat dieser Versuche für die Combination Kupfer und Eisen dar.

	Temperatur.		Ablenkungen der Magnetnadel.	Entstehende Intensität des elektrischen Stromes.
	Erste Löthstelle.	Zweite Löthstelle.		
1ster Versuch.	50°	0°	7°,15	11
	100	0	12,75	22
	150	0	16,00	31
	200	0	18,00	37
	250	0	19,00	40
	300	0	0,00	0
2ter Versuch.	50°	50°	0°,00	0
	100	id.	7,25	10
	150	id.	11,75	20
	200	id.	14,00	26
	250	id.	15,20	29
	300	id.	16,00	30
3ter Versuch.	50°	0°	0°,00	0
	100	100	0,00	0
	150	id.	6,10	9
	200	id.	9,50	15
	250	id.	11,00	18
	300	id.	0,00	0

Man ersieht aus dieser Tabelle, dafs die Intensität des elektrischen Stromes 11, welche im 2ten Versuche durch die Temperaturen 50° und 100° erhalten wurde, gleich ist dem Un-

chiede der Intensitäten 22 und 11, welche im ersten Ver-
ne für die Temperaturen 50° und 100° erhalten worden
en, wenn die zweite Löthstelle in beiden Fällen auf 0°
befand. Ebenso ist die Intensität 20 im zweiten Versu-
gleich dem Unterschiede der Intensitäten 31 und 11 im
en Versuche, welche den Temperaturen 150° und 100°
prachen u. s. w. Es ergiebt sich daraus das allgemeine
ultat, dafs in der Combination Kupfer und Eisen, wenn
jede der beiden Löthstellen auf eine verschiedene Tem-
atur erhöht, die Intensität des elektrischen Stromes gleich
dem Unterschiede der Intensitäten des Stromes, welcher
Reihenfolge nach hervorgebracht wird durch jede dieser
nperaturen, während die andere Löthstelle sich auf 0° be-
let, nicht aber der Intensität des Stromes, welcher aus der
fsen Differenz dieser Temperaturen resultirt.

Was das Gesetz betrifft, nach welchem die Intensität des
trischen Stromes im Verhältnifs der Zunahme der Tempe-
ir der einen Löthstelle wächst, so gilt nur für das Palla-
m und Platin auch bis zu der stärksten Temperatur, bei
lcher sie geprüft worden, das Gesetz, dafs sie genau der
nahme der Temperatur proportional ist. Dafs aber dieses
setz schon nicht für die Combination Kupfer und Eisen
ltig sey, erhellet schon aus der eben mitgetheilten Tabelle,
d die nachfolgenden Beispiele zeigen noch deutlicher, dafs
ser Gang so wenig gleichförmig ist, dafs vielmehr die In-
sität mit zunehmender Temperatur wieder abnimmt und
rch 0° hindurch die magnetische Polarität sich umkehrt
er der thermoelektrischen Theorie gewifs der elektrische
om dann eine entgegengesetzte Richtung von seiner frühe-
nimmt.

Bezeichnung der Metalle.	Temperatur der einen Löthstelle, während die andere sich auf 0° befindet.	Ablenkung der Magnetnadel.	Entsprechende Intensität des el. Stroms
	50°	10°	72°
	100	20	120
+ —	150	25	145
Eisen; Kupfer	200	27,5	158
	250	28,5	163
	300	29	166,2
— +	In der Rothglühhitze verwandelt sich die Polarisation in die entgegengesetzte.		
+ —	0°	0°	
Silber; Zink	20	2	
	39	4	
	58	6	
	80	8	
	120	10	
	160	8	
	187	6	
	207	4	
	215	2	
	225	0	
+ —	225°	0°	
Zink; Silber	236	2	
	247	4	
	253	6	
	262	8	
	270	10	
	281	12	
	300	14	
	290	12	
	282	10	
— +	72°	2°	
Gold; Zink	150	0	
+ —	150	0	
Gold; Zink	180	2	
	195	4	
	219	6	
	220 (?)	8	
	240	10	
	255	12	
	275	14	

m Eisen und Kupfer wird die Intensität von 300 an sta-
ıär und wächst nicht weiter mit der Temperatur, viel-
ır nimmt sie ab, wird 0, und die entgegengesetzte Ablen-
g der Magnetnadel zeigt eine entgegengesetzte Richtung
elektrischen Stromes an: das Silber und das Gold zeigen,
man sieht, gegen das Zink ein ganz gleiches Verhalten,
ı nämlich in höherer Temperatur die Intensität abnimmt, 0
d, und endlich die Polarisation sich umkehrt. Dafs die
wirkung der Luft auf das Zink keinen Antheil hieran habe,
ellt daraus, dafs dieselbe Erscheinung auch eintritt, wenn
Löthstelle in von Luft und Wasser befreites Oel einge-
:ht ist und dieses allmälig erhitzt wird. Bei der Combi-
on von Eisen und Kupfer hat der Durchmesser der Drähte,
wie die Art der Verbindung, ob sie nämlich zusammenge-
et oder durch Druck in recht innige Berührung mit ein-
er gebracht sind, keinen Einflufs auf die Intensität des
ımes. Bei gleicher Temperaturdifferenz ist er immer der-
e, aber bei den Combinationen Gold und Zink, Silber und
k äufsern diese Umstände allerdings Einflufs. Wenn nun
ch in höheren Temperaturen der Gang der magnetischen
ktrischen) Intensität und Temperatur nicht gleichförmig ist,
fand doch Becquerel[1] für niedrigere Temperaturen, näm-
von 0° bis 40° C., diesen Gang fast durchaus gleichför-
für Eisen und Silber, Eisen und Kupfer, Kupfer und
in, Silber und Zinn, Kupfer und Zinn. Dasselbe fand
ı Pouillet[2] für eine Kette aus Wismuth und Kupfer
ig, deren eine Löthstelle constant auf 0° erhalten wurde,
rend die andere innerhalb der Grenzen + 17° und + 77° C.
ırmt wurde. Die mittlere Intensität des Stromes verhielt
für jeden Grad ungefähr gleich und die Zunahme der In-
ität war der Zunahme der Temperaturdifferenz propor-
al.

Auch Cunning hat schon im Jahre 1823 lange vor Becque-
, von welchem die bisher mitgetheilten Angaben herrüh-
die Polarisationsumkehrung der Combination des Eisens
verschiedenen Metallen in höheren Temperaturen erkannt.

1 In allen thermometrischen Bestimmungen werden Centesimalgrade
anden.

2 Poggendorff Ann. XLI. 148.

Folgende Tabelle zeigt nach seinen Versuchen die entgegengesetzten Ablenkungen der Magnetnadel für geringere und höhere Temperaturdifferenzen.

Ablenkungen:

Geringere Temperaturdifferenz.		Beim Rothglühen.	
Eisen und Silber	10°	8°	
— — Kupfer	13	13	
— — Gold	7	4	
— — Messing	17	5	
— — Zink	7	5	schmelzendes Zink.
Positiv.		Negativ.	

Mit Platin und Blei zeigte das Eisen jene Polaritätsumkehrung nicht. Cumming stellte die Versuche auch so an, dafs er die noch nicht mit einander verbundenen Drähte in siedendes Quecksilber eintauchte. In diesem Falle zeigte sich öfters eine entgegengesetzte Polarisation, je nachdem der eine oder andere Draht zuerst eingetaucht worden war. Diese Erscheinung hat nichts Auffallendes, da natürlich das zuletzt eingetauchte Metall jedesmal als die kältere Löthstelle wirken mufste mit dem zuerst eingetauchten Metalle als der erhitzten Löthstelle und folglich der Theorie gemäfs eigentlich in allen Fällen die Polarisation entgegengesetzt ausfallen mufste.

Etwas abweichend von diesen Resultaten ist dasjenige, welches Pouillet[1] mit der Combination Platin und Eisen erhielt. Er bediente sich dazu seines sogenannten magnetischen Pyrometers, einer thermomagnetischen Kette aus einem Flintenlaufe und zwei Platindrähten, mit 2 Löthstellen, wovon die eine beliebig erhitzt werden konnte, während die andere auf einer constanten niedrigeren Temperatur sich befand. Die thermoelektrische Kette wurde mit einem Multiplicator, gebildet aus 25 bis 30 Windungen eines Kupferstreifens von 8 bis 10 Millimetern Breite und 0,5 Millimeter Dicke, verbunden. Eine gewöhnliche Magnetnadel im Innern des Multiplicators auf einem Hütchen schwebend, erfährt die Wirkung des Stro-

1 Poggendorff Ann. XXXIX. 574.

es und erleidet eine von dessen Intensität bedingte Ablen-
ıng. Um gegen die Veränderungen in der Wirkung ge-
hützt zu seyn, die aus der relativen Lage der Nadel gegen
n Strom entspringen würden, ist der Multiplicator um die
ce des Hütchens der Nadel beweglich gemacht und man dreht
n in dem Maſse, als er die Nadel ablenkt, so daſs seine
irkung auf dieselbe immer senkrecht gegen seine Länge
eibt oder, was dasselbe ist, der Multiplicator und die Na-
l immer in derselben Verticalebene sich befinden. Wenn
ın nun durch 1000000 die Intensität der Kraft bezeichnet,
t welcher der Erdmagnetismus die Nadel in den magneti-
ıen Meridian zu drehn trachtet, sobald sie senkrecht auf
esem magnetischen Meridiane steht, so ist leicht ersichtlich,
ſs die Intensität des elektrischen Stromes ausgedrückt wird
rch

$$1000000 . \mathrm{Sin.}\, x,$$

bald er in der Verticalebene der Nadel befindlich sie in sol-
er Lage erhält, daſs sie mit dem magnetischen Meridiane
n Winkel x bildet. Diese Ablenkung wird durch ein Fern-
ır beobachtet, welches der Multiplicator in seiner Bewe-
ng mit fortführt. Um nun die Temperaturdifferenzen genau
stimmen zu können, denen die beobachteten Intensitäten des
ektrischen Stromes entsprechen, wurde mit der zu erhitzen-
n Löthstelle ein ebenfalls von Pouillet ersonnenes Luft-
rometer verbunden, das diese Temperaturen in Centesimal-
ıden genau angab. Man erhält dadurch eine Reihe Ablen-
ngen und entsprechender Temperaturen. Wenn man nun die
ensität des Stromes, gegeben durch eine Temperaturdifferenz
ischen den beiden Löthstellen, durch 1000000 . Sin. x aus-
ickt, so ist die einem Grade entsprechende mittlere Inten-
it

$$I = \frac{1000000 . \mathrm{Sin.}\, x}{t};$$

chdem man die mittleren Intensitäten nach einer zwischen
ı Temperaturen 100 und 1000 angestellten groſsen Zahl von
rsuchen berechnet, erhält man folgende Resultate:

t Temperaturdifferenz der Löthstellen, die der Löthstelle auf 15° R. oder 20° Cent.	$\frac{1000000 \cdot \text{Sin. x}}{t}$ oder mittlere Intensität d. Stroms für 1° Temperaturdifferenz.	x oder Ablenkung entsprechend t.
100°	950	5° 27′
150	920	7 55
200	890	10 16
250	860	12 26
300	830	14 25
350	805	16 23
400	780	18 11
450	760	20 0
500	745	21 51
550	730	23 28
600	720	25 30
650	730	28 19
700	755	31 52
750	780	35 48
800	815	40 41
850	850	46 13
900	885	52 50
950	920	60 50
1000	955	72 0

Aus dieser Tabelle folgt, dafs der thermoelektrische Strom, welcher sich durch die Berührung des Eisens und Platins entwickelt, keineswegs den Temperaturdifferenzen proportional ist, sondern dafs seine mittlere Intensität für einen Grad bis ungefähr 600° abnimmt und dann wieder ziemlich rasch steigt, so dafs sie bei 1000° fast das ist, was sie bei 100° war. Mittelst dieser Angabe läfst sich die absolute Intensität für jeden Grad berechnen, und man findet, dafs das Minimum der Intensität sehr nahe bei anfangender Rothglühhitze eintritt und dafs von diesem Puncte ab die Intensität zu wachsen beginnt.

Zwei andere Apparate mit sehr verschiedenem Eisen gaben ganz ähnliche Resultate.

Wir müssen indefs in Beziehung auf die Berechnung der Intensität nach dem Winkel x der Ablenkung bemerken, dafs nicht eigentlich der Sinus von x das Mafs für dieselbe ist, sondern das Product aus dem Sinus des Ablenkungswinkels in

ne Tangente. Doch wird in den Resultaten nichts Wesent-
ıes dadurch geändert.

Der Americaner Emmet hat eine sehr ausführliche Ta-
le über die Richtung, welche der elektrische Strom nimmt,
ıachdem von zwei heterogenen Metallen das eine als heifses
andere als kaltes, oder umgekehrt das erste als kaltes das
eite als heifses berührt, wobei sich der (positive) elektri-
e Strom entweder als gleichlaufend mit der Fortpflanzung
Wärme, oder als derselben entgegenlaufend zeigte. Ver-
icht man die Resultate dieser Versuche mit der thermoma-
etischen Reihe und mit dem dieser Reihe gemäfs sich zei-
ıden Verhalten der beiden Löthstellen, nämlich der heifsen
l kalten, gegen einander, so ergiebt sich, dafs die Berüh-
gsstelle zwischen dem heifsen und kalten Metalle sich in
len Fällen gleichmäfsig als heifse Löthstelle gegen die bei-
ı Verbindungsstellen mit den Drähten des Multiplicators als
ter Löthstelle verhielt. So z. B. ging, welches der Metalle
kalte Scheibe mit der heifsen Scheibe von Wismuth be-
ırt wurde, der (positive) elektrische Strom stets von der
fsen Wismuthscheibe nach der Scheibe des kalten Metalls,
l insofern auch gleichlaufend mit der Wärme, dem Gesetze
r thermomagnetischen Reihe gemäfs; wurden dagegen die
fsen Scheiben der übrigen Metalle mit der kalten Wismuth-
ıeibe in Berührung gebracht, so ging abermals der (posi-
e) elektrische Strom vom Wismuth zu diesen Metallen, also
ichsam dem Strome der Wärme entgegen, aber gleichfalls
n Gesetze der Reihe gemäfs, wenn man diese Berührungs-
lle als die heifse in Anspruch nimmt, doch war der Strom
ker, wenn das Wismuth kalt, als wenn es heifs angewandt
rde. Dasselbe gilt für die Combinationen des Platins mit
pfer, Silber, Zink, Gold und Messing, des Kupfers mit
ber und Quecksilber, des Bleis mit Zink und Eisen, des
ens mit Gold, Nickel und Mercur. Das Antimon zeichnete
h dadurch aus, dafs bei Berührung der kalten Antimon-
eibe mit den heifsen Scheiben der übrigen Metalle von ge-
ssen Stellen der ersteren der (positive) elektrische Strom
h den kalten Metallen, an andern Stellen hingegen dieser
om in den übrigen Metallen nach dem Antimon ging, vom
kel und Quecksilber ging indefs gleichmäfsig der elektri-
e Strom nach dem Antimon, dieses mochte das erhitzte

oder kalte Metall seyn. Beim Arsenik gaben die Combinationen mit Platin, Kupfer, Silber, Blei, Zinn, Zink, Eisen gar keinen Strom, wenn das Arsenik heiſs war; ebendiese Metalle verhielten sich aber als heiſse mit dem kalten Arsenik negativ, d. h. der Strom ging von ihnen zu diesem. Mit Quecksilber und Nickel verhielt sich das Arsenik positiv, es mochte heiſs oder kalt seyn. So wie das Arsenik heiſs mit den meisten Metallen keinen merklichen Strom gab, gab das Platin heiſs mit Blei und Zinn nur einen höchst schwachen, dagegen das Kupfer kalt mit heiſsem Blei keinen Strom, umgekehrt aber das heiſse Kupfer mit dem kalten Blei, welches sich negativ verhielt. Das Nickel zeigte sich gegen Kupfer positiv, es mochte heiſs oder kalt seyn, aber gegen Zink in beiden Fällen negativ.

Noch wird in einfachen Ketten die Intensität des Stromes für dieselbe Combination bei gleichbleibendem Durchmesser und bei gleichbleibender Temperaturdifferenz durch die Längenausdehnung des einen oder andern oder beider Metalle bestimmt und nimmt mit der Zunahme derselben ab, weil mit dieser Längenausdehnung der Leitungswiderstand in der Kette zunimmt. So gab in einem Versuche Cunning's ein Stab von Wismuth mit 4 Fuſs Kupferdraht von $\frac{1}{71}$ Z. Durchmesser eine Ablenkung von 20°, er zeigte mit 8, 16 und 32 Fuſs mit demselben Kupferdrahte correspondirende Ablenkungen von 15°,5, 10° und 7°. Dickerer Kupferdraht gab bei derselben Länge eine stärkere Ablenkung als dünnerer. Auch in Fourier's und Oersted's Versuchen gab eine einfache zweigliedrige Kette von Antimon und Wismuth bei doppelter Ausdehnung in der Länge nur eine Ablenkung von 13° bis 15°, während sie bei einfacher Länge 22° bis 25° gab. Nach Emmet's Versuchen bleibt jenes merkwürdige Verhalten, nach welchem sich die Metalle in zwei Gruppen ordnen, in deren einer der elektrische Strom von dem kalten nach dem heiſsen Theile, in der andern umgekehrt geht, für jede Temperaturänderung unverändert dasselbe.

7) Thermoelektrische Säule.

Es war zu erwarten, daſs mehrere Combinationen von je denselben zwei heterogenen Metallen in derselben Ordnung

auf einander folgend, wenn abwechselnd die Löthstellen erwärmt und die zwischen je zwei erwärmten liegenden kalt erhalten wurden, eine verstärktere Wirkung geben würden, indem die in einer Löthstelle erregte thermoelektrische Thätigkeit sich zu derjenigen der zweiten, dritten u. s. w. addiren und in dem Verhältnisse ihrer Zahl sich zu einer kleinern oder gröſsern Summe vereinigen würde, womit eine stärkere Wirkung auf die Magnetnadel gegeben seyn muſste. Seebeck hat auch hierüber die ersten Versuche angestellt. Die kleinste thermoelektrische Säule besteht aus zwei Paaren, wo A Antimon, K Kupfer bezeichnen. Seebeck's Doppelkette bestand aus Antimonstangen von 9 Zoll Länge und 0,5 Z. Dicke und aus Kupferblechstreifen von 3,5 Z. Länge, 0,5 Z. Breite und 0,2 Lin. Dicke. Als a allein erwärmt wurde, wich die Magnetnadel anhaltend um 10° ab, hingegen stieg die Declination auf 20°, als späterhin beide Berührungspuncte a und d zugleich erwärmt wurden. Eine einfache Kette aus einer Antimonstange von 9 Z. Länge und 0,5 Z. Dicke und einem einfachen Kupferstreifen von 16 Z. Länge, 0,5 Z. Breite und 0,2 Lin. Dicke gab aber noch eine stärkere Declination, nämlich von 21°,5. Man erkennt schon vorläufig aus diesem ersten Versuche den groſsen Einfluſs des Leitungswiderstandes, den bei thermoelektrischen Säulen die Ausdehnung der Metalle in die Länge, welche der elektrische Strom durchlaufen muſs, ausübt, und die gröſsere Wirksamkeit der einfachen Kette von der Doppelkette, sogar bei gleicher Längenausdehnung, erklärt sich nur aus dem viel bessern Leitungsvermögen des Kupfers, welches in der zweiten Kette den gröſsern Theil der Längenausdehnung bildete.

Fig. 64.

Fourier und Oersted haben diese Versuche mit groſser Umsicht abgeändert und die Gesetze der Wirksamkeit thermoelektrischer Säulen bestimmt. Sie wandten zu ihren Versuchen Stangen von Wismuth und Antimon an. Erst versuchten sie ein Sechseck von je drei gleichen Stäben von Antimon und Wismuth 4,7 Z. lang, 0,6 Z. breit und 0,16 Z. dick. Zur Prüfung der thermomagnetischen Thätigkeit bedienten sie sich einer Boussole, welche so nahe wie möglich unter eine Seite des Sechsecks, die sich in der Ebene des magnetischen Meridians befand, gebracht wurde. Die Ablenkung der Magnetnadel nahm zu mit der Zahl der abwechseln-

den Ecken, die erwärmt wurden, von 1 bis 3. Wurden die abwechselnden Ecken künstlich erkältet, so zeigte sich die Zunahme der Ablenkung auf dieselbe Weise, sobald eine, zwei oder drei Ecken abgekühlt wurden; nur war dann die Ablenkung die entgegengesetzte. Wurde der Versuch in einem gröfseren Mafsstabe mit 22 Stangen von Antimon und Wismuth angestellt, so zeigte sich die Wirkung nach demselben Gesetze mit der Zahl der abwechselnd erwärmten Löthstellen verstärkt. Als die Kette an einer Stelle unterbrochen war, wurden an die Enden der gebrannten Stäbe kleine Messingbecher, in welche Quecksilber gegossen war, angebracht, um den Einflufs verschiedener Schliefsungsdrähte auf die Wirkung der Säule zu untersuchen. Ein Kupferdraht nahe an 8 Zoll lang und 0,03 Z. dick war fast hinreichend zu einer vollkommenen Verbindung, zwei solcher Drähte neben einander bewirkten ganz vollkommene Verbindung, ebenso ein Kupferdraht von 3 Fufs Länge; dagegen schlofs ein Platindraht, etwa 16 Z. lang und 0,2 Lin. im Durchmesser, die Kette nur sehr unvollkommen, indem die Ablenkung nicht mehr als 1° betrug, welche bei den andern Schliefsungen über 30° betragen hatte. Bei dieser Verstärkung der magnetischen Wirkung durch eine Combination mehrerer Paare derselben Metalle war zu erwarten, dafs, wenn dieselbe von einem ganz gleichen elektrischen Strome, wie in der hydroelektrischen Kette, abhinge, auch die übrigen Wirkungen dieses Stromes, die chemischen, physiologischen und physischen Wirkungen, zum Vorschein gebracht werden könnten. Fourier und Oersted stellten in dieser Hinsicht mehrere Versuche mit 22 Combinationen von parallelepipedischen Stangen von Wismuth und Antimon von 0,6 Z. Seite an; sie erhielten aber keine Spur von chemischen Wirkungen. Die Unterbrechung des Kreises auch durch die dünnste Schicht der besten Leiter der zweiten Classe, namentlich von Salpetersäure, Salmiakauflösung u. s. w., schien eine vollkommene Unterbrechung hervorzubringen; es hörte augenblicklich jede Wirkung auf die Magnetnadel auf, nur in einem Falle schien eine schwache Wirkung auf eine Auflösung von schwefelsaurem Kupfer, womit eine zwischen zwei Silbermünzen befindliche Schicht Papier befeuchtet war, statt zu finden, indem sich einige Spuren von reducirtem Kupfer auf der einen Silbermünze zeigten, die sich leicht ab-

auf de

:hen liefsen. Andere Physiker haben jedoch bestimmtere
:hen chemischer Zersetzung durch den thermoelektrischen
m erhalten. Moser[1] erhielt mit einer Säule aus 24 Ei-
- und Platindrähten, in deren Kreis ein Multiplicator und
Schicht von $\frac{1}{8}$ Z. verdünnter Schwefelsäure, in welche
i Kupferplatten von einem Quadratzoll Oberfläche eintauch-
aufgenommen war, eine Ablenkung der Magnetnadel von
welche, wie eine Abänderung der Versuche bewies, le-
ich von der thermoelektrischen Thätigkeit abhing. Brachte
wei übersilberte Kupferstreifen, zwischen welchen ein mit
kalilösung befeuchtetes Papier sich befand, in den Kreis
elben Säule, so war die Ablenkung der Magnetnadel sehr
:, aber auch innerhalb einer halben Stunde war keine
r von Zersetzung des Jodkalium zu entdecken. Diese Säule
ielt sich demnach noch wie jene schwachen hydroelektri-
n einfachen Ketten, deren Strom nach Faraday's[2] Ver-
ien zwar noch durch Flüssigkeiten geleitet wird und eine
veichung der Magnetnadel bewirkt, aber eine zu geringe
nsität hat, um eine chemische Zersetzung zu bewirken.

Berzelius[3] führt an, dafs, wenn man in den Kreis einer
bili'schen thermoelektrischen Säule von 40 bis 50 Combina-
ien eine Salmiakauflösung bringt, in welche Silberstreifen
:hen, der eine derselben, welcher mit dem positiven Pole
Verbindung steht, deutlich angegriffen werde, und wenn
ihn dann herausnimmt, abspühlt und dem Sonnenlichte
ietzt, durch sein Schwarzwerden deutlich das an ihm ge-
ete Chlorsilber anzeige, zum Beweise, dafs an dem posi-
n Pole durch Zersetzung der Salmiaklösung Chlor ausge-
eden wurde. Am weitesten hat aber Botto[4] in Turin
e Versuche getrieben. Er wandte dazu eine Combination
120 Stücken Eisen- und Platindraht an, deren Länge fünf
ien und deren Durchmesser 0,25 Millimeter betrug. Aus
ien wurde durch Zusammenlöthen des Eisens und Platins
Streifen von 240 Linien gebildet und um ein hölzernes

---

1 Repertorium der Physik. Th. I. S. 347.
2 Poggendorff Ann. XXXV. I fg., vgl. Pfaff's Revision der
re vom Galvano-Voltaismus. S. 161.
3 14ter Jahresbericht. S. 61.
4 Poggendorff Ann. XXVIII.

Lineal gelegt, so dafs die einen Löthstellen auf der einen, die andern auf der entgegengesetzten Seite des Lineals sich befanden, und zwar in einer Entfernung von 4 Linien. Wurde diese Säule durch gesäuertes Wasser geschlossen und die eine Hälfte der Löthstellen durch eine Spirituslampe erhitzt, so wurde das Wasser zersetzt, und zwar stärker, wenn Kupferdrähte, als wenn Platindrähte in die Flüssigkeit tauchten; doch entwickelte sich bei Anwendung der ersteren nur an dem einen Drahte Gas (Wasserstoffgas), bei Anwendung der letzteren an beiden (Sauerstoffgas und Wasserstoffgas). 24 Paare Wismuth- und Antimonstäbe gaben keine so starke Wirkung, ohne Zweifel theils weil sie keine so starke Erhitzung zuliefsen, theils weil in ihnen ein gröfserer Leitungswiderstand statt fand. Verbindungen von Eisen- und Platindrähten sind leicht zu verfertigen und wenn auch nicht so empfindlich, wie Combinationen aus Wismuth und Antimon, doch zu Differentialthermometern nach Nobili's Angabe sehr anwendbar. Schon 24 Paare Combinationen aus sehr dünnen, 1,5 Z. langen Drähten von Platin und Eisen geben ein sehr empfindliches Differentialthermometer ab, und es hat dieses den Vorzug vor denen aus Wismuth und Antimon, dafs dasselbe bei constanter Wärmequelle sehr bald eine constante Temperatur annimmt, d. h. die Magnetnadel sehr bald in eine stationäre Stellung bringt, und ebenso schnell nach Entfernung des Wärmequells auf seine ursprüngliche Temperatur wieder zurückkommt, wonach die Magnetnadel auf 0 zurückkehrt.

Von physiologischen Wirkungen beobachteten Fourier und Oersted bei einer Combination von 13 Paaren Wismuth und Antimon eine Einwirkung auf das empfindlichste Galvanometer, nämlich auf ein Froschpräparat, ungefähr von der Stärke, wie ein einzelnes Paar heterogener Metalle von geringem Spannungsunterschiede sie ausübt, dagegen keine Einwirkung auf die Nerven der Zunge. So wenig ein Platindraht von 0,03, als ein Eisendraht von 0,06 Millimeter Durchmesser wurden zum Glühen gebracht, während bei der Schliefsung der Säule durch diese Drähte die Wirkung auf die Boussole aufserordentlich geschwächt wurde, wobei es bemerkenswerth war, dafs eine einfache hydroelektrische Kette, welche diese beiden Drähte ins Glühen versetzte, durch deren Verbindungsdraht eine viel schwächere Wirkung auf die

gnetnadel ausübte, wovon der Grund darin liegt, daſs der
ır an sich schwächere Strom der hydroelektrischen Kette
ch die feinen Metalldrähte dennoch verhältniſsmäſsig weit
ıiger geschwächt wurde, als der thermoelektrische Strom,
l eben dadurch sein Uebergewicht bekam.

Auf das Elektrometer sowohl für sich allein, als auch
Hülfe des Condensators, konnten FOURIER und OERSTED
ihrer Säule keine Wirkung hervorbringen, doch bemer-
ı sie, diese Versuche nicht oft genug und nicht mit hin-
glich vollkommenen Instrumenten angestellt zu haben.
ısern Erfolg in dieser Hinsicht hatte BECQUEREL[1], welcher
ch Hülfe des Condensators sogar durch ein homogenes Me-
, durch Platin, deutliche Zeichen von Thermoelektricität
ielt. Man steckt einen Platindraht in eine Glasröhre, die
ihrem andern Ende an der Lampe zugeschmolzen ist, bringt
eine vordere Ende des Drahts mit der Collectorplatte ei-
auf ein empfindliches Goldblattelektrometer geschraubten
ndensators in Verbindung, und zwar nach Zwischenbringung
ıer feuchten Papierscheibe, um die elektromotorische Wir-
ng der beiden Metalle auf einander in der unmittelbaren
rührung zu beseitigen, erhitzt dann mittelst einer Alkohol-
mme den hintern zugeschmolzenen Theil der Röhre bis zum
thglühen. Man erhält in diesem Falle in der Regel keine
ichen von Elektricität. Wickelt man aber um jenes zuge-
ımolzene Ende einen Platindraht, dessen anderes Ende mit
n Erdboden communicirt, und verfährt man wie im ersten
lle, so nimmt der Platindraht im Innern der Röhre einen
mlich starken Ueberschuſs von positiver Elektricität an.
ırch besondere Versuche überzeugte sich BECQUEREL, daſs
Glas bis zu 90° C., ja nur bis zu 80° C. erhitzt ein sehr
ter Leiter der Elektricität selbst von höchst schwacher Span-
ng wird. Er hat diese Versuche mit Platindrähten, noch auf
rschiedene Weise abgeändert, auch mit Gold- und Silber-
ähten angestellt, aus welchen allen hervorzugehn scheint,
ſs bei vorhandener Ableitung und ungleicher Erwärmung die
sitive Elektricität sich in derjenigen Richtung bewegt und

1 Traité du Magnétisme T. II. p. 21. Vgl. auch FECHNER's Reper-
rium. Th. I. S. 487 — 489.

zur Ladung des Condensators wirkt, in welcher vorherrschend die Fortpflanzung der Wärme statt findet.

Hier verdient noch die Rotationsbewegung einer von einem thermoelektrischen Strome durchlaufenen oder in thermomagnetischer Thätigkeit befindlichen Kette um die Pole eines Magnets eine Erwähnung. CUNNING zu Cambridge scheint den ersten Apparat dieser Art angegeben zu haben[1]. Ein sehr einfacher und sehr wirksamer Apparat dieser Art, den ich selbst besitze, ist folgender. Vier einfache Ketten aus Platin- und Silberdraht sind zu einem Ganzen mit einander verbunden. Jede einzelne Combination besteht (den Apparat in der Lage gezeichnet, in welcher er um seine verticale Axe rotirt) aus einem verticalen Platindrahte a b, welcher rechtwinklig oben und unten mit einem Silberdrahte a c, b d zusammengelöthet ist. Die vier oberen Silberdrähte bilden ein Kreuz indem sie selbst nach derselben Richtung etwas bogenförmig gekrümmt sind, und an ihrem Kreuzpuncte befindet sich unterhalb eine feine Stahlspitze; die vier unteren auf gleiche Weise wie die oberen gebogenen, aber kürzeren Silberdrähte vereinigen sich in einen offenen Kreis. Durch diesen, der einen etwas gröfseren Durchmesser als der Magnetstab hat, wird der kleine Apparat auf den verticalen Magnet gestützt, indem er mit der Spitze des obern Kreuzes in einer kleinen Grube in der Mitte des Magnetstabs frei sich bewegen kann. Indem man zwei solche Apparate auf die parallel neben einander in die Höhe stehenden Schenkel eines Hufeisenmagnetes mit ihren Spitzen aufsetzt, zwischen dessen Schenkeln eine Weingeistlampe sich befindet, werden gleichzeitig zwei correspondirende untere Löthstellen beider Apparate erhitzt, und sie rotiren dann in entgegengesetzter Richtung um die beiden Magnetpole mit zunehmender Geschwindigkeit. Die zwei einander gegenüberstehenden Halbrahmen bilden dann gleichsam ein Ganzes mit einander, in welchem der (positive) elektrische Strom an der erwärmten Stelle vom Platin nach dem untern Silberdrahte, dem innern untern Kreise, nach dem gegenüberstehenden Silberdrahte, dem gegenüberstehenden Platindrahte aufwärts, durch den obern Silberdraht nach der Kreuzung und von dieser durch den entsprechenden Silberdraht

Fig. 65. Fig. 66. Fig. 67.

1 Schweigger's Journ. N. R. Th. X. S. 321.

h dem ersten Platindrahte zurückströmt. Was noch insbe-
dere das Gesetz der Verstärkung des thermoelektrischen
)mes durch eine Verbindung mehrerer Combinationen mit
ander betrifft, so haben FOURIER und OERSTED ihre Ver-
he auch auf die Ausmittelung desselben gerichtet. Hierbei
ıb sich das Resultat, dafs durch eine solche Vervielfachung
ı Paaren nichts gewonnen werde, wenn dieselben von der
eränderten Längenausdehnung des einfachen Paars mit ein-
er verbunden werden und die Längenausdehnung des Krei-
daher in demselben Verhältnisse, wie die Zahl der Löth-
len zunimmt, dafs aber diese Verstärkung verglichen mit
einfachen Kette eintritt, wenn die Ausdehnung der Paare
dem Verhältnisse verkürzt wird, in welchem die Zahl der-
)en wächst, so dafs immer die gleiche Längenausdehnung der
fachen Kette erhalten wird. Doch haben ihre Angaben in
ıer Hinsicht nicht den Werth von ganz genauen Mafsen,
die Grade ihrer Boussole nicht für Intensitäten elektrischer
ime regulirt waren[1].

---

1 Es sey erlaubt, die hier gegebene Uebersicht der Thatsachen,
in die Aeufserungen und die verschiedenen Arten des Verhaltens
Thermomagnetismus dargestellt sind, um einen kleinen Beitrag zu
nehren. Aus den Entdeckungen von SEEBECK und v. YELIN ging
vor, dafs Drähte, welche mit zwei in ihrer Löthstelle erhitzten
allen leitend verbunden sind, eine Magnetnadel auf gleiche Weise
ınken, als der Rheophor einer hydroelektrischen Kette. Wird die-
Phänomen nur in seiner thatsächlichen Wesenheit, und ohne wei-
in die vielfachen Modificationen einzugehn, aufgefafst, was hier
ständig genügt, so geht daraus die Folgerung hervor, dafs beide
kungen einer und derselben Ursache beizumessen sind. Alsdie Wir-
gen der Volta'schen Säule aufgefunden worden waren, liefs der Erfin-
dieses wichtigen Apparates sich angelegen seyn, darzuthun, dafs die
diese Weise erzeugte Elektricität mit der bis dahin allein bekann-
durch Reibung hervorgerufenen, identisch sey, in welcher Be-
ung die bekannten Versuche von PFAFF und VAN MARUM mit der
sen Harlemer Maschine wichtig sind, und es ist seitdem durch die
reichen und vielfach modificirten Versuche der Physiker als aus-
acht anzusehn, dafs, ungeachtet einiger nicht schwer zu erfas-
ler Modificationen, die Reibungselektricität mit der sogenannten
anischen identisch sey, weil alle Wirkungen der einen sich auch
h die andere hervorrufen lassen. Die Thermoelektricität trat blofs
iner einzigen Wirkungsäufserung der galvanischen auf, und zwar
de in derjenigen, welche OERSTED erst verhältnifsmäfsig so spät
efunden hatte, nämlich in der Kraft der Ablenkung einer Magnet-

III. Theorie.

Die Theorie des Thermomagnetismus ist noch mit demselben Dunkel umhüllt, welches auch jetzt noch nach so vielen

---

nadel; es mufste daher bei ihr, ebenso wie später bei der durch Faraday aufgefundenen Magnetoelektricität geschehn ist, die Frage aufgeworfen werden, ob diese Wirkung nicht etwa eine individuelle und von einer der eigentlichen Elektricität zwar ähnlichen, aber doch nicht völlig gleichen Kraft abzuleiten sey. Man konnte es zwar nicht für wahrscheinlich halten, dafs die genannte Wirkung der Thermoelektricität bei ihrer unverkennbaren Uebereinstimmung mit der eines erwiesen ganz eigentlich elektrischen Stromes im Rheophore von einer letzterer nicht gleichen Kraft herrühren solle, allein damit war der eigentliche Beweis immer noch nicht gegeben, welcher nur dann vollständig seyn kann, wenn nachgewiesen wird, dafs die Thermoelektricität aufser diesen Wirkungen auf die Magnetnadel noch physiologische, chemische, mechanische und Lichterscheinungen zeigt, durch welche die Anwesenheit der Reibungselektricität und der sogenannten galvanischen erkannt wird. Einen wichtigen Beitrag in dieser Beziehung lieferten die angegebenen Versuche, wodurch die physiologischen Wirkungen der Thermoelektricität aus den Zuckungen der Froschschenkel bewiesen wurden; auch ist wohl nicht zu bezweifeln, dafs die stärkeren Ströme dieser Art auf der Zunge eine Empfindung erzeugen, obgleich hierüber noch keine andern Erfahrungen bekannt sind, als die Angabe von Watkins in London and Edinb. Phil. Mag. N. LXVII. p. 306., dafs er die Wirkungen einer Säule von 30 Elementen auf der Zunge wahrgenommen habe. Chemische Wirkungen derselben dürfen wohl nach den vorhandenen Erfahrungen nicht bezweifelt werden, stärkere mechanische Wirkungen aber, als die bereits nur mit Mühe wahrgenommenen, sind schwerlich zu erwarten, da die elektrischen Ströme in vollkommenen Leitern, sowohl die hydroelektrischen als auch die thermoelektrischen, nur eine geringe Spannung haben. Es lagen daher nur noch die beiden Aufgaben zur Prüfung vor, zuerst ob der Leiter der Thermoelektricität das von ihm umwundene weiche Eisen in einen Magnet zu verwandeln vermöge, und zweitens, ob ein Funke aus demselben zu erhalten sey. Mit dem ersten Probleme haben sich gewifs Mehrere beschäftigt, ohne ihre, zum Theil wenigstens, ungenügenden Resultate bekannt zu machen. Ich selbst wickelte einen Streifen Kupferblech, 3 Lin. breit und 0,1 dick, mit seidenem Bande umwunden, um einen hufeisenförmig gebogenen Draht von weichem Eisen, dessen Gewicht ungefähr ½ Pfund betrug, löthete zwischen die beiden Enden ein Stück Wismuth 2 Lin. dick und 1,5 Z. lang, allein der Magnet trug nach Erhitzung der einen Löthstelle durch eine Weingeistlampe keinen 2 Loth schweren Anker und zeigte überhaupt keine Anziehung desselben. Bei

-ren Auke.

nstrengungen die Theorie der Erscheinungen des Galvanismus, Elektromagnetismus und Magnetoelektricismus deckt.

---

ber auf diese Weise Magnetismus im Eisen erzeugt werde, davon berzeugte ich mich, als ich das Hufeisen mit seinen Schenkeln aufrecht stellte, die Mitte der Flächen mit salpetersaurem Quecksilber malgamirte, die beiden umgebogenen Enden der 3 Fuſs langen Drähte nes Multiplicators von nur 30 Windungen mit ihren Spitzen darauf ellte und dann durch Erhitzung der einen Löthstelle eine Abweiung der Doppelnadel von 10° wahrnahm. Einen ungleich besseren rfolg erhielt WATKINS. Nach seiner Angabe in London and Edinb. hil. Mag. N. LXVII. p. 306. erlangte ein Hufeisen von weichem Eien, dessen Dimensionen übrigens ebenso wenig, als die Beschaffeneit der Umwindungen angegeben sind, durch eine thermoelektrische atterie von 30 vereinigten Paaren Wismuth und Antimon, deren Eleente 1,5 Quadratzoll Fläche bei $\frac{1}{8}$ Z. Dicke hielten, eine Tragkraft on 98 Pfund, und er glaubt, daſs gröſsere Batterien noch stärkere Virkungen hervorbringen würden. Diesen Versuch wiederholte ALEXNDER mit einem Hufeisen von weichem Eisen, dessen Schenkel 2 Z. bstand und 1 Z. Durchmesser hatten und welches mit 45 Windunen 1 Lin. starken Kupferdrahtes umwunden war. Die thermomagnesche Batterie desselben bestand aus 25 Elementen von Wismuth und ntimon, jede Platte 1,5 Quadratzoll Fläche bei 1 Lin. Dicke haltend, ie mit Zinn zusammengelöthet waren. Von den Polen dieser Säule ngen 1 Lin. starke Kupferdrähte in Näpfchen mit Quecksilber, in elches zugleich die amalgamirten Spitzen des um das Hufeisen geundenen Drahtes gesenkt waren. Die Batterie wurde am einen Ende urch Eis erkältet und am andern durch ein genähertes heiſses Eisen wärmt, welches vortheilhafter als eine Weingeistlampe angewandt ird, weil die Wärme alle Elemente gleichzeitig und plötzlich afficirt. as Hufeisen trug seinen Anker; bei einer Abkühlung durch eine kaltachende Mischung von — 10° R. trug es sein halbes Gewicht, und och mehr, als zur Abkühlung ein Gemenge aus 3 Th. Chlorcalcium it 2 Th. Eis angewandt wurden. S. Poggendorff's Ann. XLII. 627. ahin gehört dann auch, daſs ANTINORI und LINARI im Indicatore Saese vom 13ten Dec. 1836. Nr. 50. behaupten, eine unmagnetische ahlnadel in einer Spirale durch den thermoelektrischen Strom merkch magnetisch gemacht zu haben.

Das Vorkommen eines Funkens ist man gewohnt bei der Anwenheit der Elektricität zu erwarten, weil er sich bei der durch Reiung erzeugten so leicht zeigt, und man bemühte sich daher, ihn ich bei der Thermoelektricität wahrzunehmen. Daſs dieses nicht en leicht seyn werde, konnte niemandem entgehn, da die Thermoektricität nicht anders, als von geringer Spannung auftrat, sich nur vollkommenen Leitern strömend zeigte und durchaus ähnlich der lvanischen, die bekanntlich nur durch Verbrennung der Metalle ei-

Wenn wir auch im Allgemeinen die Kraft, die hierbei thätig ist, und die Form, unter welcher sie wirkt, bestimmen können

---

nen Funken giebt, welches allezeit eine bedeutende Menge vorhandener Elektricität voraussetzt. Aus dieser Ursache waren die meisten Bemühungen, einen durch Thermoelektricität erzeugten Funken wahrzunehmen, vergeblich, so zahlreich dieselben auch diesem Probleme schon deswegen zugewandt wurden, weil FARADAY sehr bald dahin gelangte, durch die von ihm entdeckte Magnetoelektricität einen sehr sichtbaren Funken zu erzeugen. ANTINORI und gleich darauf auch LINARI, nach Wiederholung von dessen Versuchen, machten zuerst bekannt, dafs es ihnen gelungen sey, Zersetzung des Wassers und Funken vermittelst des thermoelektrischen Stromes zu erhalten. S. L'Indicatore Sanese 1836. Dec. Nr. 50. Die hierbei angewandte Säule bestand aus 25 Elementen nach NOBILI's Construction und der Strom durchlief eine Spirale von 505 Fufs Länge, der Funke bei plötzlicher Trennung des Stromes war glänzend und selbst am Tage sichtbar, zeigte sich aber kleiner, wenn ein kürzerer Multiplicator angewandt wurde. Der Multiplicator war um ein Hufeisen aus weichem Eisen gewickelt, aus welchem dann zugleich ein vorübergehender Magnet gebildet seyn mufste, wodurch auf jeden Fall die elektrische Strömung verstärkt und die Entstehung des Funkens erleichtert wird. Eines ähnlichen Apparates, doch vermuthlich ohne Hufeisen, scheint sich auch Jos. HENRY zu Princeton in America bedient zu haben, welchem es gleichfalls gelang, einen Funken zu erzeugen, indem er sich dazu eines Multiplicators aus flachen Kupferblechstreifen bediente, denen auch andere den Vorzug vor runden Drähten geben. S. Lond. and Edinb. Philos. Mag. N. LXVII. p. 305. Im Anfange des Jahres 1837 brachte WHEATSTONE die Erzeugung des Funkens leicht zu Stande, indem er eine Säule von 33 Elementen Wismuth und Antimon benutzte, die in ein Bündel von 0,75 Z. Durchmesser und 1,5 Z. Länge vereinigt waren. In Verbindung mit den Polen standen zwei dicke Kupferdrähte, die Enden eines spiralförmig gewundenen Kupferstreifens von 50 F. Länge und 1,5 Z. Breite, welcher durch braunes Papier und Seide isolirt war. Das eine Ende der Säule wurde durch ein in seine Nähe gebrachtes rothglühendes Eisen erhitzt, das andere durch Eis kalt erhalten, der eine von den Drähten aber, welche die Verbindung zwischen den Polen und dem Multiplicator gaben, war in zwei Theile getrennt, deren umgebogene Enden in ein kleines Gefäfs mit Quecksilber tauchten, worauf dann der Funke sich zeigte, sobald man die eine Spitze schnell aus dem Quecksilber zog. Diese Versuche wurden damals sehr bekannt in England, dort sah sie auch DE LA RIVE bei seiner Anwesenheit daselbst. S. London and Edinburgh Phil. Mag. N. LXII. p. 414. WATKINS verfolgte die Aufgabe noch weiter, bediente sich des von ANTINORI angewandten umwundenen Hufeisens, womit er selbst vermittelst eines Kupferdrahtes von 7 F. Länge und

ist doch das besondere Verhalten der verschiedenen Kör-
: in dieser Hinsicht noch ganz räthselhaft, d. h. es ist uns

Zoll Dicke noch einen schwachen Funken erhielt, welcher aber je-
zeit ausblieb, wenn der Draht, statt um weiches Eisen, um andere
alle, Holz u. s. w. gewunden war. Dafs das Umwinden des Mul-
icatordrahtes um einen solchen temporären Magnet das Gelingen
Versuches erleichterte, ergab sich unzweifelhaft, zugleich aber
te sich ein Henry'scher Multiplicator aus Kupferstreifen ungleich
samer und gab einen starken Funken auch ohne umwundenes Ei-
Es wurden hierbei thermomagnetische Säulen von verschiedenen
allen und ungleichen Gröfsenverhältnissen angewandt, wobei sich
ıb, dafs die Menge der erzeugten Elektricität mit der Masse zu-
mt, auch bediente sich Watkins mehrerer Vorrichtungen, um die
erbrechung des Stromes in schnellen Wechseln folgen zu lassen;
Allgemeinen war aber der Funke am lebhaftesten, wenn die amal-
irte Spitze des Leitungsdrahtes aus dem Quecksilber mit blanker
rfläche gezogen wurde. S. Lond. and Edinb. Phil. Mag. N. LXVII.
04. Um dieselbe Zeit gelang die Erzeugung des Funkens mit ei-
ähnlichen Apparate auch den Berliner Physikern, wie mir Pog-
dorff mündlich mittheilte. Der Apparat, womit Magnus diesen
uch anstellte, bestand aus 8 Paaren zusammengelötheter Paral-
pipeden von Antimon und Wismuth, deren untere Löthstellen durch
oder nur durch kaltes Wasser erkaltet, die oberen aber durch ein
ihertes heifses Eisen erwärmt wurden. Die beiden Pole der Säule
en durch starke Kupferdrähte mit zwei Quecksilbernäpfchen in lei-
e Verbindung gesetzt, in welche letztere zwei andere Kupfer-
te tauchten, die zu dem Multiplicator führten, welcher aus einem
s durch Papier isolirten, spiralförmig aufgewundenen Kupferstrei-
von 80 Fufs Länge bestand. Vermittelst einer Spirale aus Ku-
draht konnte auch Magnus keinen Funken erhalten, welcher jedoch
der beschriebenen Vorrichtung unter hörbarem Geräusche zum
chein kam, wenn der eine Kupferdraht des Multiplicators aus
Quecksilber in die Höhe gehoben wurde. Neuerdings hat Alex-
n die Vorrichtung, die ihm zur Erzeugung des thermoelektri-
n Funkens diente, in Poggendorff's Ann. XLII. 626. ausführlich
rieben. Die von ihm angewandte Säule war eine solche, deren
Nobili und Melloni zu ihren thermometrischen Versuchen be-
ten, wobei jedoch die Anzahl der Elemente nicht angegeben
der gebrauchte Multiplicator aber bestand aus einem nach Henry's
ode construirten. Der dazu verwandte Kupferstreifen hatte 80 F.
e, 1,5 Z. Breite, war mit Papier überzogen und wog 9,5 Pfund,
dem er nach Art einer Aderlafsbinde zu einer flachen Spirale auf-
nden war. Von den Polen der durch Eis erkälteten und am an-
Ende durch eine Weingeistflamme erhitzten Säule gingen Drähte
e beiden Abtheilungen eines hölzernen Näpfchens mit einer Schei-
nd, worin sich Quecksilber befand, in welches dann zugleich die

bis jetzt unmöglich, den Zusammenhang ihres Verhaltens i
diesem Gebiete von Erscheinungen mit irgend einer ihrer
stigen Eigenschaften nachzuweisen. Dann begegnet uns
hier wieder, wie in der Gruppe der den Erscheinungen
Thermomagnetismus am nächsten verwandten Erscheinungen
die grofse noch unentschiedene Streitfrage über die Art
Abhängigkeit des Magnetismus von der Elektricität, doch
ben wir durch die grofse Masse von Versuchen wenigstens
Vortheil gewonnen, dafs wir die Identität dieser Erschein
gen mit andern schon früher bekannten und ihren Gesetz
nach genau bestimmten Erscheinungen streng nachweisen k
nen, und es wird daher nur darauf ankommen, die schein
Verschiedenheit derselben als eine durch die Umstände
jenen Gesetzen gemäfs nothwendig gegebene Modification
lich zu machen. Alle Physiker sind nämlich jetzt darin
verstanden, als Ursache der bisher betrachteten Erschein
elektrische Ströme anzunehmen, deren nächste erregende

Enden des Multiplicators getaucht waren. Der Funke kam leichter
stärker zum Vorschein, wenn die Spitzen der eingetauchten
des Multiplicators etwas durch salpetersaures Quecksilber
waren. Alexander giebt auch an, dafs ihm die Zerlegung des Was-
sers, dem er einige Tropfen Schwefelsäure zugegossen hatte,
den thermoelektrischen Strom unter Anwendung eines
Wasserzersetzungsapparates vollkommen gelungen sey. Beiläufig ist
wohl nicht überflüssig, die Beschreibung der Säulen, vermittelst
ren Botto die Zersetzung des Wassers zuerst bewirkte, nach der
gabe in der Bibl. univ. 1832. Sept. hier mitzutheilen. Die
stand aus 120 Paaren vereinter Drähte von Platin und weichem
von 1 Z. Länge und 0,01 Z. Durchmesser. Diese Kette war
hölzernen, 18 Z. langen Stab so gewickelt, dafs die Verbindungs-
stellen der Länge nach an der einen, die entgegengesetzten
gegenüberliegenden hinliefen und 4 Lin. vom Holze abstanden.
diese Weise konnten die sämmtlichen Löthstellen der einen
durch eine Weingeistlampe von der erforderlichen Länge sehr
erhitzt werden, während die der entgegengesetzten in niedriger
peratur erhalten wurden, und mit Anwendung eines sogenannten
bili'schen Galvanometers kam dann der Funke zum Vorschein.
stärkere Wirkung zeigte aber eine thermoelektrische Säule von
muth und Spiefsglanz, aus 140 vereinten Elementen, die ein
lelepipedon bildeten, dessen Fläche ein Quadrat von zwei Zoll
Lin. bildete, bei einer Höhe von einem Zoll.

M.

ache eine Störung des Gleichgewichts der Wärme ist. Die ıufgabe wird also seyn:

1) Die Gründe für die Richtigkeit dieser Annahme kurz usammenzustellen,

2) einige scheinbare Verschiedenheiten zwischen den hytoelektrischen und thermoelektrischen Strömen als bloſse, durch ie besondern Umstände selbst nothwendig herbeigeführte Moifcationen darzustellen,

3) die eigentliche Quelle dieser besondern Ströme aufzuären, und also namentlich die Wirkungsart der Wärme hierbei ıs dem Wesen derselben wo möglich deutlich zu machen ler doch wenigstens auf einfache Gesetze zurückzuführen.

I. Alle Erscheinungen der thermomagnetischen Kette sind f die genügendste und einfachste Weise verständlich, wenn an auch hier ganz gleiche elektrische Ströme annimmt, wie in der hydroelektrischen Kette unzweifelhaft vorhanden ıd.

a) Der Magnetismus der thermomagnetischen Kette stimmt jeder Hinsicht mit dem Magnetismus des Verbindungsdrah- der hydroelektrischen Kette überein, wie dieser ist er ein *rcular-Magnetismus*, und die Ampère'sche Theorie giebt auf iche Weise genügende Rechenschaft von allen Wirkungen, lche thermomagnetisch thätige Körper, sey es in geschlosıen oder ungeschlossenen, einfachen oder zusammengesetz- Ketten, auf die Declinations- und Inclinationsnadel ausen, und diese Theorie orientirt am leichtesten über alle diese scheinungen, sobald man elektrische Ströme annimmt, die rch die Form und auch durch das innere Gefüge der metalhen Leiter, in welchen sie auftreten, bestimmt werden. thermomagnetische Reihe wird am verständlichsten, und nn man hierbei die Analogie mit der galvanischen Spangsreihe zu Hülfe nimmt, nach welcher die thermoelektrie Spannung oder Thätigkeit in dem Verhältnisse intensiver , in welchem die Körper in dieser Reihe weiter auseinanstehn, aber auch zugleich mit der Temperaturdifferenz nigstens für jede Combination bis zu einem gewissen Maıum wächst, so findet auch hier jene Fundamentalgleichung die Bestimmung der Intensität der elektrischen Ströme der lroelektrischen Kette und der davon abhängigen Wirkun-

gen $K = \frac{A}{L}$ ihre unbedingte Anwendung, und die Bestätigung ihrer Richtigkeit ist ein neues Argument für die Hypothese von elektrischen Strömen als Ursache der thermomagnetischen Erscheinungen. Das dem ersten Anscheine nach räthselhafte Phänomen, dafs durch Vervielfältigung der Combination die Wirkung nicht stärker ausfällt, als in der einfachen Kette, wenn die einzelnen Elemente der Säule eine gleiche Ausdehnung wie diese haben, ist nun auch vollkommen verständlich und eine nothwendige Folgerung aus der Theorie. Da nämlich mit jedem Elemente auch der Leitungswiderstand in gleichem Mafse zunimmt, indem der elektrische Strom seinen Weg durch die ganze Kette zu nehmen gezwungen ist, so bleibt der Quotient $\frac{A}{L}$ und eben damit auch K unverändert, indem ebenso, wie der Werth von A in gleichem Verhältnisse mit der Zahl der Elemente gröfser wird, in ganz gleichem Verhältnisse auch der Werth von L wächst, weil nämlich, wie bekannt, der Leitungswiderstand der Längenausdehnung proportional ist. Ganz anders verhält sich aber die Sache, wenn in demselben Verhältnisse, in welchem mehr Elemente zur Säule mit einander verbunden werden, die einzelnen Elemente immer mehr verkürzt sind, so dafs die Längenausdehnung der Säule stets gleich bleibt der Längenausdehnung des einzelnen Elements. In diesem Falle müfste die Intensität der Wirkung immer gleich seyn der Zahl der Elemente und mit diese wachsen, wenn der Leitungswiderstand blofs von der Längenausdehnung der Kette abhinge, denn da unter der angenommenen Voraussetzung L unverändert bliebe, A dagegen in geradem Verhältnisse mit der Zahl der Elemente wüchse, so müfste der Quotient $\frac{A}{L}$ und damit sein Werth K, die Intensität des elektrischen Stromes, der Zahl der Elemente proportional seyn. Dafs jedoch dieses nicht genau der Fall ist, dafs die Intensität der Wirkung hinter der Zunahme der Zahl der Elemente zurückbleibt, rührt vorzüglich davon her, dafs der Leitungswiderstand immer gröfser ist beim Uebergange von einem Metalle zum andern, als wenn der Strom in demselben Metalle sich fortbewegt. Da nun mit der Zahl der Elemente die Zahl der Uebergänge zunimmt, so ist der Leitungswi-

d, ungeachtet die Längenausdehnung dieselbe geblieben, h gröfser geworden und also der Quotient $\frac{A}{L}$ nicht genau dem Verhältnisse der Zunahme von A in seinem Werthe tiegen.

Wie sich alle Einwirkungen auf die Declinations- und linationsnadel aus der Annahme von elektrischen Strömen, sich, bei Zugrundlegung der thermomagnetischen Reihe, esmal in der relativ erwärmten Löthstelle von dem negati- 1 nach dem positiven Metalle bewegen und in ihrer Fort- vegung und ihrem Kreisen durch die Ausdehnung der Me- e selbst regulirt werden, genügend erklären lassen, in wel- er Hinsicht schon unter der Rubrik der Thatsachen die nö- gen Andeutungen sich finden, so stimmen auch die Rota- nsbewegungen jener aus Platin- und Silberdraht zusammen- setzten Apparate um die Pole eines Magnetstabes vollkom- n mit dieser Annahme überein, indem diese um die un- eichnamigen Pole in entgegengesetzter Richtung statt finden- n Rotationen gerade so erfolgen, wie sie auch statt finden, enn unzweifelhafte elektrische Ströme der hydroelektrischen ette in derselben Richtung durchgeleitet werden, wie sie serer Hypothese gemäfs an der erwärmten Stelle vom Pla- n in das Silber und an der kalten vom Silber in das Platin ergehn und durch den kleinen Apparat circuliren.

b) Wird die aufgestellte Theorie schon dadurch höchst hrscheinlich, dafs sich alle eigentlich-magnetische Verhält- se der thermomagnetischen Kette dadurch auf eine genü- nde Weise erklären lassen, so wird sie zur vollkommenen wifsheit dadurch erhoben, dafs noch anderweitige Erschei- ngen hier vorkommen, die das elektrische Gepräge unmit- bar an sich tragen und von keiner andern Ursache, als eben chen elektrischen Strömen abgeleitet werden können. Da- 1 gehören die Wirkungen auf Froschpräparate und die po- chemischen Wirkungen, die ganz nach demselben Gesetze d in demselben Sinne erfolgen, wie von unzweifelhaften ktrischen Strömen der hydroelektrischen Kette, die die- be Richtung haben, wie sie nach der Hypothese in der an- vandten thermoelektrischen Säule haben müfsten. Die elek- sche Ladung des Condensators in Becquerel's Versuchen nt endlich auch noch zur Stütze, wenn gleich hier der voll-

ständige Beweis noch fehlt, nämlich die Ertheilung einer merklichen elektrischen bald positiven, bald negativen Spannung mit Hülfe des Condensators, in dem Verhältnisse, in welchem man eine Säule von mehreren Elementen anwendet, deren eines Ende ableitend berührt worden ist.

II. Die auffallende Abweichung des Verhaltens der thermoelektrischen Kette von der hydroelektrischen in mehreren Puncten scheint dem ersten Anblicke nach einen erheblichen Einwurf gegen die Richtigkeit unserer Hypothese abzugeben. Diese Abweichung besteht vorzüglich in der so äufserst schwachen chemischen Wirkung der thermoelektrischen Kette und Säule, während dieselbe doch eine sehr starke magnetische Thätigkeit ausübt, und in dem ganz verschiedenen Verhalten des Multiplicators gegen die thermoelektrische Kette, wie gegen die hydroelektrische. Allein diese Verschiedenheit erklärt sich genügend, wenn man annimmt, dafs die Intensität des thermoelektrischen Stromes viel geringer ist, als die des hydroelektrischen Stromes, oder richtiger, dafs die Kraft, welche die Elektricität in der thermoelektrischen Kette in Bewegung setzt, viel schwächer ist, als die in der hydroelektrischen Kette thätige Kraft, und dafs der durch einen Multiplicator von vielen Windungen und sehr dünnem Drahte oder durch eine Flüssigkeit, welche chemisch zersetzt werden soll, in die Kette neu eingebrachte leitende Körper einen viel gröfseren Leitungswiderstand in der thermoelektrischen Kette erzeugt, als in der hydroelektrischen Kette. In letzterer befindet sich nämlich schon der bedeutende Leitungswiderstand des flüssigen Leiters und des zweifachen Ueberganges von dem flüssigen Leiter zum Metalle und von diesem zu jenem. Wenn daher zu dem L des Quotienten $\frac{A}{L}$, welcher selbst schon einen sehr hohen Werth hat, der Leitungswiderstand auch eines sehr ausgedehnten Multiplicatordrahtes hinzukommt, so nimmt doch das L nicht bedeutend an Gröfse zu, der Quotient wird also nur wenig kleiner und die Intensität des elektrischen Stromes nimmt nicht bedeutend ab, so dafs also die Multiplication der Wirkung durch die auch weit getriebene Anzahl der Windungen immer noch ein bedeutendes Uebergewicht der Wirkung hervorbringt, indem die grofse Kraft der hydroelektrischen Kette durch den langen Draht

ıen fast ebenso intensiven Strom hindurchtreibt, wie durch ıen Draht, der nur die Länge einer einfachen Windung hätte. ıf gleiche Weise kann auch beim Durchgange durch eine hicht Flüssigkeit der elektrische Strom seine Intensität noch rklich behaupten, um diese zu zersetzen, und ebenso beim ırchgange durch einen dünnen Metalldraht, der dadurch erırmt und wohl gar bis zum Glühen gebracht wird.

Ganz anders verhält sich die Sache in der thermoelektriıen Kette. Hier findet die Leitung bloſs in Metallen statt, r Werth von L im Quotienten $\frac{A}{L}$ ist ein sehr geringer, beıders wenn, wie gewöhnlich, kurze Metallstäbe von bechtlicher Dicke angewandt werden. Nimmt man aber einen ıltiplicator von vielen Windungen und von dünnem Drahte f, so nimmt das L wohl um das Hundertfache bis Tausendhe im Verhältnisse der Länge und Dünnheit des Drahtes , und in gleichem Verhältnisse sinkt der Werth des Quonten $\frac{A}{L}$, welcher das Maſs der Intensität des Stromes ist. ıM[1] folgert sogar aus der allgemeinen Theorie des Multiplitors, daſs die Wirkung der thermoelektrischen Kette vielehr in allen Fällen durch die Verbindung mit demselben gehwächt werden müsse, da nicht leicht der Fall eintreten erde, wo eine Windung des Multiplicators weniger Widerınd darbiete, als die thermoelektrische Kette selbst, welches ch die unerläſsliche Bedingung zur Verstärkung der Einrkung des Stromes auf die Magnetnadel sey. Dieser Behaupıg widersprechen jedoch die oben angeführten Erfahrungen, enn gleich auch daraus die Nothwendigkeit erhellt, für therelektrische Ketten zur Verstärkung der Wirkung Multiplicaen mit wenigen Windungen und aus dickerem Drahte anwenden. Jene Schwächung der Intensität des Stromes muſs einem noch höheren Grade eintreten, wenn die Kette durch ıe Flüssigkeit unterbrochen wird, die auch bei einer viel ringeren Ausdehnung doch einen viele tausend Male gröſseren itungswiderstand entgegensetzt, als ein Multiplicator von ıer tausendfach gröſseren Längenausdehnung; daher das Sinn der Intensität auf 0 und eine gleichsam vollkommene

1 Schweigger's Journ. N. R. Th. XVI. S. 165.

Isolation, welche eine auch nur höchst dünne Schicht einer Flüssigkeit in die Kette bringt. Nur durch eine sehr merkliche Vergröſserung des A in dem Quotienten $\frac{A}{L}$, indem man eine groſse Anzahl von Elementen mit einander verbindet, während das L derselben (der Leitungswiderstand) unverändert bleibt, kann man jenem neu hinzukommenden L entgegenwirken und den Quotienten auf einem Werthe erhalten, daſs die durch ihn repräsentirte Intensität im Stande ist, den Widerstand der Flüssigkeit zu überwinden und sie zu zersetzen. Daher zeigte auch nur erst eine Verbindung von 120 Paaren Platin und Eisen in Botto's Versuchen die ersten Spuren einer chemischen Zersetzung. Auch durch den im Vergleich mit dem Leitungswiderstande in der thermoelektrischen Kette selbst, wie sie namentlich in Fourier's und Oersted's Versuchen construirt war, immer noch sehr beträchtlichen Leitungswiderstand eines sehr dünnen Drahtes, namentlich von Platin, muſs die Intensität des Stromes so vermindert werden, daſs derselbe keine merkliche Erhitzung erfährt. Dieser Ansicht gemäſs können wir Fourier und Oersted nicht ganz beipflichten, wenn sie behaupten, daſs jene Verschiedenheit der thermoelektrischen und hydroelektrischen Kette, nach welcher jene eine starke Wirkung auf die Magnetnadel äuſsert, aber keine Zersetzung bewirkt, während letztere stark chemisch, aber nur schwach magnetisch wirkt, davon abhinge, daſs in der thermoelektrischen Kette zwar eine sehr groſse Menge von Elektricität, aber mit schwacher Intensität thätig sey. Sie drücken sich in dieser Hinsicht auch noch folgendermaſsen aus. „So zeigt also die beträchtliche, von dem thermoelektrischen Strome hervorgebrachte Ablenkung der Magnetnadel die groſse Menge der darin enthaltenen Kraft an. „Was die Intensität betrifft, so ist es allgemein anerkannt, daſs „ein elektrischer Strom desto leichter durch Leiter hindurchgeht, je gröſser die Intensität desselben ist. Der hydroelektrische Strom, welcher weit leichter als der thermoelektrische „den Draht des Multiplicators durchläuft, muſs also eine weit „gröſsere Intensität haben. Die weit gröſsere Menge von Kraft, „welche man in dem thermomagnetischen Strome annehmen „muſs, wird kein Einwurf gegen diese Behauptung seyn, denn „es leuchtet ein, wenn ein Strom A, dessen Intensität gleich

„der eines andern Stromes B ist, während seine Menge weit „beträchtlicher ist, einem Leiter zugeführt wird, welcher nur „hinreicht, die Menge B durchzulassen, dafs dieser Leiter auch „fähig seyn mufs, von dem Strome A einen dem Strome B „gleichen Theil durchzulassen, und nehmen wir an, dafs A „noch eine gröfsere Intensität als B hat, so wird dessen Durch- „gang noch gröfser seyn.“ Nach dieser Darstellungsweise sollte man glauben, dafs Intensität und Quantität zwei von einander unabhängige Gröfsen seyen und letztere in einem Leiter zunehmen könne, ohne dafs zugleich erstere wächst. Allein wenn von freier Elektricität, wie hier, die Rede ist, so mufs man stets die eine als durch die andere bestimmt annehmen. So wie die Quantität wächst, nimmt auch die Intensität zu, und eine gröfsere Intensität ist gleichbedeutend mit gröfserer Dichtigkeit, also auch mit gröfserer Quantität. In den Erscheinungen, von welchen hier die Rede ist, kommt aber nur die Quantität der in einer gegebenen gleichen Zeit in einem Systeme circulirenden oder in Bewegung befindlichen Elektricität in Betracht. In einer thermomagnetischen Kette, in welcher der Leitungswiderstand bei der geringen Längenausdehnung der Glieder, ihrem bedeutenden Querschnitte und ihrer metallischen Natur als beinahe verschwindend angenommen werden kann, wird trotz der geringen Energie der hier thätigen Kraft doch in einer gegebenen sehr kurzen Zeit sehr viel Elektricität in Bewegung gesetzt und die Totalwirkung kann also eine beträchtliche Ablenkung der Magnetnadel seyn. Wird aber durch einen Multiplicator von mehrern Windungen oder durch eine Schicht Flüssigkeit ein beträchtlicher Leitungswiderstand in die Kette gebracht, so ist jene Kraft nicht mehr im Stande, diesen Widerstand zu überwinden, und das Quantum der in Circulation gesetzten Elektricität sinkt gleichsam auf 0 herunter. In der hydroelektrischen Kette, auch nur von einem Plattenpaare von geringer Oberfläche, setzt die weit stärker wirkende elektromotorische Kraft eine viel gröfsere Quantität von Elektricität in Bewegung und kann eben wegen ihrer gröfseren Energie auch bei dem neu hinzukommenden Leitungswiderstande noch eine beträchtliche Menge in Circulation erhalten. Ein gleich dicker Leitungsdraht, welcher die hydroelektrische Kette schliefst, wirkt daher auch stärker auf eine Magnetnadel, als derselbe Draht, wenn er die beiden Metalle einer thermoelektrischen

Kette verbindet. Wir haben in dieser Hinsicht vergleichende Versuche über die Einwirkung eines ganz gleichen Kupferdrahtes, welchen eine thermomagnetische Kette und eine hydroelektrische Kette schloſs, auf eine Magnetnadel angestellt. Erstere bestand aus einer Stange Wismuth und Antimon, 4 Z. lang und ½ Z. im Durchmesser, welche an dem einen Ende zusammengelöthet waren und am andern Ende 4 Zoll auseinanderstanden, wo der mit ihnen zusammengelöthete Kupferdraht von einer Linie im Durchmesser das Dreieck schloſs. Als die Löthstelle durch eine Weingeistlampe bis beinahe zum Schmelzen erhitzt wurde, erfolgte eine Abweichung der Magnetnadel, mit deren Axe parallel der Kupferdraht in einer Entfernung von ½ Zoll sich befand, von 30°. Ein ganz gleicher Kupferdraht, welcher ein Plattenpaar von Kupfer und Zink von etwa einem Quadratzoll schloſs, das in destillirtes Wasser, welches mit 5 Proc. Schwefelsäure und 2 Proc. Salpetersäure geschärft war, getaucht wurde und dessen Platten ½ Zoll von einander abstanden, brachte eine Ablenkung von 35—40° in derselben Magnetnadel hervor. Das Uebergewicht des letzteren Stromes und die Menge der in gleicher Zeit wirksamen Elektricität unter diesen allerdings günstigen Leitungsbedingungen ist daher auſser Zweifel gesetzt.

Jene thermoelektrische Kette, welche mit dem kurzen Kupferdrahte ganz nahe über die Magnetnadel gebracht eine Ablenkung von 30° gegeben hatte, brachte nur eine Ablenkung ebendieser Nadel von 15° hervor, als die Enden der Antimon- und Wismuthstange mit den Enden eines Multiplicators von 16 Windungen eines übersilberten Kupferdrahtes von $\frac{1}{11}$ Lin. Durchmesser, innerhalb dessen sich die Nadel befand, in Verbindung gesetzt und die Löthstelle beider Metalle bis nahe zum Schmelzen erhitzt wurde.

III. Was die dritte Hauptfrage, welche die Theorie zu beantworten hat, betrifft, nämlich die Entstehungsart der Elektricität in der thermomagnetischen Kette und insbesondere die Wirkungsart der Wärme hierbei, so kann als durch Versuche hinlänglich ermittelt angesehn werden, daſs die Wärme allein das einzige unmittelbare und zureichende Erregungsmittel des elektrischen Stromes, von dem Berührungspuncte der Metalle aus, sey und daſs hierbei keine chemische Wirkung irgend einer Art, etwa der Feuchtigkeit, der Luft oder der Metalle,

ıuf einander statt finde. Becquerel[1] befestigte luftdicht in
lie zwei Seitenöffnungen einer Glocke zwei Haken von Platin,
lie mit ihren einwärts befindlichen Enden mit den freien En-
len eines Kupfer- und Eisendrahts, so wie diese mit ihren
beiden andern Enden unter sich zusammengelöthet waren. Die
iufsern Enden der Platindrähte hingen mit den Enden des
Multiplicators zusammen. Die Glocke ward ausgepumpt, mit
rockenem Wasserstoffgas gefüllt und die Löthstelle des Ku-
pfers und Eisens durch die von einem Brennglase concentrir-
en Sonnenstrahlen erhitzt. Der elektrische Strom, welchen
lie Ablenkung der Magnetnadel anzeigte, fand ganz auf die-
elbe Weise, wie in atmosphärischer Luft bei Erwärmung durch
ine Weingeistflamme statt. Auch Seebeck erhielt mit einer
Wismuthantimonkette ganz gleiche Resultate in höchst ver-
lünnter Luft, wie in gewöhnlicher atmosphärischer. Würde
n der Löthstelle durch die Erwärmung eine chemische Wir-
kung der Metalle auf einander eingeleitet, so könnten die Ket-
en, wenn sie auf die vorige Temperatur zurückgekommen
ind, bei Wiederholung der Versuche nicht denselben Strom
wieder erzeugen, auch könnte, wenn durch künstliche Erkäl-
ung der einen Löthstelle dieselbe Temperaturdifferenz, wie
lurch künstliche Erwärmung erzeugt worden ist, kein elektrischer
Strom zum Vorschein kommen, wovon doch die Erfahrung das
Gegentheil zeigt.

Temperaturdifferenz oder das Uebergewicht der Thätigkeit
der Fortpflanzung in der einen wie in der andern Richtung
urch relativ vollkommene Leiter der Elektricität und der Wär-
ne ist die einzige in allen Fällen wiederkehrende Bedingung
ür den Erfolg, und zwar ist die Wärme hierbei thätig, ohne
Rücksicht auf die Quelle, aus welcher sie entsprungen ist, blofs
ach ihrem thermometrischen Grade, wie denn namentlich See-
eck von den verschiedenen farbigen Strahlen nachgewiesen
at, dafs sie nur in dem Verhältnisse eine stärkere Wirkung
ervorbringen, in welchem sie auch auf das Thermometer stär-
er wirken.

Was nun die Wirkungsart der Wärme hierbei betrifft,
o könnte sich im ersten Augenblicke die Erklärung darbieten,
afs es dieselbe elektromotorische Kraft der Metalle ist, welche

1 Traité etc. Tome II. p. 48.

in der hydroelektrischen Kette, nach VOLTA's Theorie, den elektrischen Strom bestimmt, die auch hier thätig sey. Diese Erklärung wäre aber nur unter der Voraussetzung zulässig, dafs durch Temperaturverschiedenheit, und zwar durch eine nur höchst geringe, das Gesetz der Spannung sich für die verschiedenen Metalle verändere, dafs das nach diesem Gesetze in der gewöhnlichen Temperatur statt findende Gleichgewicht der elektrischen Thätigkeit in den Berührungsstellen der Metalle aufgehoben und dadurch ein elektrischer Strom bewirkt werde. Denke man sich z. B. eine Kette aus Eisen und Kupfer, in deren beiden Berührungspuncten sich die elektromotorischen Kräfte das Gleichgewicht halten, welche also ein statisches System bilden, in welchem statt eines positiven Stromes in der Richtung vom Kupfer nach dem Eisen in dem Berührungspuncte a, weil ihm von dem Berührungspuncte b ein gleicher in entgegengesetzter Richtung entgegenwirkt, nur ruhende Spannungen auftreten, die als solche ohne magnetische Thätigkeit sind. Wird dann die eine Löthstelle, z. B. a, erwärmt, während die andere auf ihrer vorigen Temperatur bleibt, so würde ein elektrischer Strom in der Richtung, in welcher er in der That in dieser thermoelektrischen Kette statt findet, eintreten, wenn durch die Erhöhung der Temperatur der Spannungsunterschied zwischen Kupfer und Eisen erhöht, das Eisen relativ mehr positiv, das Kupfer relativ mehr negativ und die Kraft gesteigert würde, mit welcher das Kupfer das Bestreben äufsert, die positive Elektricität nach dem Eisen zu treiben, und zwar würde die Stärke dieses Stromes von der Gröfse des Unterschiedes der Spannungen in den beiden Berührungsstellen abhängen. Dieser Strom würde auch zunehmen mit der erhöhten Erwärmung der Löthstelle a, sofern die Zunahme der elektromotorischen Kraft und die davon abhängige Steigerung des Spannungsunterschiedes damit gleichen Schritt hielte. Auf mehrere Metallcombinationen würde allerdings die Erklärung anwendbar seyn, namentlich auf die Combinationen von Platin, Palladium, Silber, Gold, Kupfer, Eisen und Zink. Allein sie liefse sich nur vollständig rechtfertigen, wenn die galvanische Spannungsreihe mit der thermoelektrischen übereinstimmte. Bei der Vergleichung beider zeigen sich aber die auffallendsten Abweichungen. Diese Uebereinstimmung, nur mit Umkehrung der Zeichen + und −,

Fig. 68.

väre auch erforderlich, wenn man die entgegengesetzte Anahme aufstellen wollte, dafs nämlich vielmehr die elektrootorische Thätigkeit sich in der erwärmten Stelle in die entegengesetzte verwandle. Diese Veränderung der elektromorischen Thätigkeit der Metalle durch die Erwärmung oder ıres Spannungsunterschiedes, dem Grade und selbst der Art ach, müfste sich überdiefs durch Hülfe des Condensators achweisen lassen. Die Resultate der directen Versuche, welhe in dieser Hinsicht von Seebeck angestellt worden sind, hneiden aber jede Möglichkeit ab, die thermomagnetischen rscheinungen durch eine Umwandlung der an der galvanihen Kette thätigen elektromotorischen Kraft durch die Wärıe zu erklären. Er will nämlich gefunden haben, dafs jees Metall bis zu einem hohen Grade erwärmt negativ elekisch sich verhält, während das kalt gebliebene Metall potive Spannung zeigt, welche Stelle auch sonst die Metalle in r galvanischen Spannungsreihe einnehmen und wie weit e von einander abstehn mögen, wie z. B. Zink und Kupfer. eebeck bemerkt bei dieser Gelegenheit: „Auf die magneische Polarisation zweier Metalle hat es aber keinen Einlufs, ob das an einem Ende allein erwärmte Metall mit dem ndern dasselbe berührenden kalten Metalle + el. oder — l. wird; die magnetische Polarisation der geschlossenen Kette bleibt nach Umkehrung der elektrischen Polarisation ieselbe, welche sie vor derselben war; auch ist es ganz leichgültig, ob die beiden bei diesem Versuche mit einaner verbundenen Metalle zu der Kette der ersten Art (boenförmig) oder der zweiten Art (parallel mit einander verunden) gehören." Schon der eine Versuch, dafs das Zink seiner erwärmten Löthstelle sich mit dem Antimon als stark gatives, mit dem Wismuth als stark positives Metall vert, gegen welche sein Verhalten nach der galvanischen Spanngsreihe ungefähr das gleiche positive ist, beseitigt jede klärung durch Umänderung des elektromotorischen Verhals in Folge der Erwärmung.

Die Wärme als solche, und besonders die Art ihrer Fortnzung, mufs daher vorzüglich in Betracht gezogen werden, nn man eine Theorie der thermomagnetischen Erscheinungen stellen will. Dieser Gesichtspunct ist auch von zwei Phy-

sikern aufgefafst worden, von Becquerel und von Nobili, und Letzterer hat demselben den gröfstmöglichen Umfang dadurch gegeben, dafs er die Erregung aller Elektricitätserscheinungen unter denselben brachte. In der Darstellung seiner Theorie in verschiedenen Stellen seines *Traité expérimental de l'Electricité et du Magnétisme* ist Becquerel nicht ganz mit sich in Uebereinstimmung. Die Wärme soll nämlich, wenn sie in ihrer Bewegung, in ihrer Fortpflanzung durch die Körper (also z. B. durch einen Metallbogen) Widerstand findet, sich in ihre beiden Factoren + E und — E zertrennen, das + E, das allen Erfahrungen zufolge ein gröfseres Vermögen als das — E hat, widerstehende Mittel zu durchdringen, soll den Widerstand überspringen (*franchir*) und auf diese Weise ein (positiver) elektrischer Strom von den wärmeren Stellen nach den kälteren eingeleitet werden. An andern Stellen wird aber die Wärme als die blofse *Causa movens* der von ihr verschiedenen Elektricität und nicht als ihre Quelle betrachtet. Indem nämlich die Wärme durch Ausdehnung die Theilchen von einander trenne, müsse sie auf ähnliche Weise wirken, wie die Spaltung der Körper, in Folge welcher bekanntlich die getrennten Oberflächen mit entgegengesetzten Elektricitäten auftreten. Dann soll auch wieder ein erwärmtes Theilchen mehr + E anziehn und — E nach allen Seiten forttreiben (*chasser*); auf diese Weise gehe der Procefs vorwärts, so wie ein Theilchen nach dem andern erwärmt werde, wovon dann die Bewegung des elektrischen Fluidums, der elektrische Strom das Resultat sey. Es sind vorzüglich jene oben in Abschnitt II. Nr. 17 angeführten Versuche, aus welchen Becquerel diese Erklärung hergeleitet hat. In jenem Versuche, wo um das zugeschmolzene Ende einer Glasröhre ein Platindraht umgeschlungen war und bei Erhitzung desselben bis zum Rothglühen ein in dieser Röhre befindlicher und mit diesem Ende in Berührung gebrachter Platindraht dem Condensator positive Elektricität mittheilte, soll offenbar das stärker erhitzte Ende des umschlingenden Drahtes die positive Elektricität angenommen haben und das andere kalte die negative. In dem in o zur Spirale aufgewundenen Platindrahte soll die Richtung des (positiven) elektrischen Stromes nach a daher rühren, dafs der Theil fi wegen der Nähe der Masse der Spirale sich stärker erwärme als fi', folglich der Strom der Wärme

Fig. 69.

sich vorzugsweise in ersterer Richtung fortpflanze und die (positive) Elektricität mit sich fortführe.

Indefs stellen sich der Anwendung dieses von Becquerel als allgemein aufgestellten Principes im Einzelnen viele Schwierigkeiten entgegen. Schon der Versuch mit den zwei Platindrähten, wovon der eine äufsere als Spirale um das zugeschmolzene Ende einer Glasröhre gewickelt ist, sollte ein entgegengesetztes Resultat, wie das von Becquerel erhaltene, seinem Principe gemäfs geben, da dieser stark erhitzte Draht, ndem er die positive Elektricität anzieht und die negative nach allen Seiten zurücktreibt, letztere durch das rothglühende Glas, das nun ein guter Leiter der Elektricität geworden ist, n den innern Platindraht und sofort an den Condensator abgeben sollte. In thermomagnetischen Ketten aus zwei heterogenen Metallen, wovon das eine ein besserer Leiter der Wärme ist, sollte man erwarten, dafs bei Erwärmung einer der Löthstellen der (positive) elektrische Strom seine Richtung jedesmal von dem schlechtern Leiter nach dem bessern nehmen würde. Hiervon zeigt sich aber gerade das Gegentheil n den Ketten aus Eisen und Kupfer, Eisen und Silber, in llen Ketten aus Antimon und einem andern Metalle. Auch lle diejenigen Combinationen in Emmet's Versuchen, in welhen sich der (positive) elektrische Strom dem Strome der Värme, wie sich dieser Physiker ausdrückt, entgegenlaufend eigt, d. h. vom kalten nach dem erwärmten Metalle geht, vie dieses namentlich bei sämmtlichen Combinationen des Vismuths mit allen andern Metallen der Fall ist, stehn mit Becquerel's Principe im Widerspruche. Ferner ist kaum abusehn, wie das entgegengesetzte Verhalten der beiden Grupen von Metallen, bei deren einer, wenn nämlich der thermomagnetische Bogen aus denselben Metallen gebildet wird, der lektrische Strom von dem heifseren nach dem kälteren, bei er anderen dagegen von dem kälteren nach dem heifseren eht, mit Becquerel's Theorie in Uebereinstimmung zu brinen ist.

Nobili[1], nachdem er die verschiedenen Arten, wie elekische Ströme erzeugt werden, durchgenommen hat, findet as gemeinschaftliche Princip für die Erregung der Elektricität

1 Schweigger's Journ. N. R. Th. XXIII. S. 264.

in allen Fällen in der Thätigkeit der Wärme. Durch eine genaue Analyse der Erscheinungen, welche in den verschiedenen Arten von wirksamen Ketten sich darbieten, und durch eine genaue Rücksicht auf die Wärmeerscheinungen, die hierbei vorkommen, glaubt Nobili sich zur Aufstellung des allgemeinen Princips berechtigt, dafs alle elektrische Ströme (der Theorie von einer Elektricität gemäfs) von den heifseren Theilen zu den kälteren gehen und dafs die Ströme eine um so gröfsere Intensität haben, je gröfser der Temperaturunterschied ist. In den gewöhnlichen hydroelektrischen Ketten aus zwei starren und einem flüssigen Leiter scheint ihm die Sache von selbst klar, da nach der chemischen Theorie, welcher er huldigt, der (positive) elektrische Strom stets von demjenigen starren Körper ausgeht, der allein oder am stärksten chemisch angegriffen wird, an welchem also auch die stärkste Wärmeentwickelung statt findet. Auch in diejenigen Ketten, in welchen nur ein Erreger der ersten Classe mit zwei flüssigen zusammentritt und in welchen zwischen diesen und dem starren Erreger selbst keine chemische Action statt findet, in welchem Falle dann die chemische Action zwischen den beiden Erregern der zweiten Classe den elektrischen Strom bestimmen soll, soll die Richtung desselben stets nur von der Richtung des Wärmestromes abhängen, die davon abhängt, welcher von beiden im Conflicte als der relativ heifsere auftritt. Diese Ansicht glaubt Nobili durch das allgemeine Erfahrungsgesetz bestätigt, dafs, wenn einer von jenen Erregern der zweiten Classe im starren Zustande angewandt wird, z. B. ein festes Alkali, fester Kalk, ein starres Oxyd, ein Salz u. s. w., jedesmal der elektrische Strom vom starren Körper zum flüssigen übergeht, die durch die chemische Wirkung erregte Hitze aber auch gerade an dem starren Körper sich mehr anhäufen könne, während sie sich in dem flüssigen mehr zerstreue, ersterer also als der relativ wärmere hierbei auftrete. Eine scheinbare Ausnahme von jenem Verhalten der starren Körper, welche das Verhalten der Schwefelsäure mit dem flüssigen und starren Wasser (Eis) zeigte, bestätige, meint Nobili, nur das allgemeine Gesetz, denn offenbar müsse das Eis, das alle frei werdende Wärme verschluckt, gegen die Schwefelsäure der relativ kältere bleiben und folglich mit dem Wärmestrome auch der elektrische Strom zu demselben über-

gehn, wie die Erfahrung zeige. Ein Versuch mit zwei Platinblechen, die mit dem Multiplicator in Verbindung waren und in ein Gefäfs hingen, in welches gleichzeitig an dem einen Bleche heifses, au dem andern kaltes Wasser eingegossen wurde, wobei ein elektrischer Strom sich entwickelte, dessen Richtung von dem heifsen nach dem kalten Wasser ging, lieferte einen neuen Beleg zur Bestätigung des Princips. Derselbe Erfolg wurde auch erhalten, wenn von den beiden Blechen das eine vorher erhitzt und beide gleichzeitig in das Wasser eingetaucht wurden. Nobili mufs jedoch einräumen, dafs in manchen Fällen das Criterium fehle, durch welches sich bestimmen lasse, welcher von den zwei Körpern, die in den hydroelektrischen Ketten der zweiten Art auf einander chemisch einwirken und dadurch Wärme erzeugen, der mehr erhitzte sey; doch müsse man nach seinem Principe annehmen, dafs bei der Einwirkung von flüssigen Säuren auf Lösungen von Alkalien die Theilchen der letzteren mehr erwärmt werden müssen, weil die Erfahrung lehre, dafs der elektrische Strom stets von den Alkalien nach den Säuren gehe (wovon jedoch meinen eigenen Erfahrungen zufolge die Salpetersäure eine merkwürdige Ausnahme macht, von welcher vielmehr der (positive) elektrische Strom nach der Kalilösung geht). Selbst die Elektricitätserregung durch Reibung sieht Nobili als eine blofse Wirkung ungleicher Erwärmung des Reibzeuges und des geriebenen Körpers, also als abhängig von der Bewegung des Wärmestoffes an. Aber er geht noch weiter. Was sich nur erst als allgemeine Bedingung der elektrischen Erscheinungen darstellte, was gleichsam nur als *Causa movens* in Anspruch genommen wurde, wird sogar als identisch mit der Elektricität, als *Causa efficiens* dieser Erscheinungen aufgefafst. Die elektrischen Ströme sollen weiter nichts seyn, als Entladungen des Wärmestoffs der einen oder andern Seite, und diese elektrischen Ströme sollen nur dann mit den Erscheinungen der Erhitzung des Glühens verbunden seyn, wenn der Wärmestoff in sehr grofsem Ueberflusse vorhanden ist, sonst aber lediglich sich auf die den elektrischen Strömen eigenthümlichen Wirkungen beschränken. Die Schwierigkeit, welche davon hergenommen werden könnte, dafs die gleichsam instantan in dem Verbindungsdrahte erfolgende Erhitzung und die dadurch manife-

stirte Schnelligkeit der Fortpflanzung der Elektricität (die vollends durch WHEATSTONE's Versuche auf das überzeugendste nachgewiesen ist), verglichen mit der aus der Erfahrung sich ergebenden Langsamkeit der Fortpflanzung der Wärme, nicht eben dahin führen, beiden eine und dieselbe Ursache unterzulegen, beseitigt NOBILI dadurch, dafs er die elektrischen Ströme mehr als Strahlungen oder, was ihm das Richtigste scheint, als Wellenbewegungen, Undulationen ansieht, welche, sobald eine Temperaturdifferenz eingetreten ist, nach der einen oder andern Seite erfolgen, und wenn ein Hindernifs statt finde, gleichsam als wahre Entladungen anzusehn seyen, wie namentlich in der gewöhnlichen hydroelektrischen Kette, wo die Flüssigkeit ein gröfseres Hindernifs entgegensetze, als in der thermoelektrischen Kette, woher denn auch die geringere Intensität der thermoelektrischen Ströme rühre. Wenn in der gewöhnlichen hydroelektrischen Kette diese Wärmewellen (= elektrische Ströme) durch die Flüssigkeit hindurch beim Kupfer anlangen, versetzen sie den Wärmestoff in demselben in eine ähnliche Wellenbewegung, die sich instantan durch den ganzen Kreis fortpflanzt und sich immer wieder erneuert, so lange an der Oberfläche des Zinks durch den chemischen Procefs Wärmeerzeugung und eine hinlängliche Anhäufung des Wärmestoffes statt findet, dafs die Wellen desselben den Widerstand der Flüssigkeit überwinden können.

Man sieht leicht das Willkürliche dieser Unterscheidung ein, denn man fragt mit Recht, wovon denn eine so wesentliche Verschiedenheit in der Form der Thätigkeit des Wärmestoffs, wie vorausgesetzt werden mufs, wenn derselbe als sogenannter elektrischer Strom auftritt und in der Form, in welcher er seine ihn gewöhnlich bezeichnenden Wirkungen hervorbringt, entsteht; denn dafs hier keine blofse gradative Verschiedenheit ausreicht, ergiebt sich schon daraus, dafs der Wärmestoff in allen seinen Abstufungen, von der gröfsten künstlichen Kälte ausgegangen bis zu seinem Maximum, wie er im Focus mächtiger Brennspiegel, in der Knallgasflamme und in dem Leitungsdrahte des mächtigsten Calorimotors wirksam ist, immer dieselben ihn wesentlich charakterisirenden Eigenschaften zeigt und keine der merkwürdigen Erscheinungen, welche den elektrischen Strom auszeichnen, namentlich die magnetischen Erregungen und die polaren che-

mischen Zersetzungen. Auch ist es ganz unerklärlich, wie eine so geringe Erhöhung der Temperatur von wenigen Centesimalgraden in der einen Löthstelle einer Antimon-Wismuthkette die gewöhnliche langsame Fortpflanzung zu einer Entladung steigern sollte, welche nur eine Folge einer grofsen Anhäufung und der Hindernisse in der Fortbewegung seyn soll. Aufserdem gelten auch hier alle gegen Becquerel's Theorie von denjenigen Erscheinungen hergenommene Einwürfe, welche eine Bewegung des elektrischen Stromes gegen die Richtung der Fortpflanzung der Wärme in mehreren thermomagnetischen Ketten anzeigen.

Das Mifslingen der Bemühungen dieser zwei ausgezeichneten Physiker, den Vorgang in der thermoelektrischen Kette und das Verhältnifs der Wärme zur Elektricität bei diesem Vorgange aufzuklären, mufs uns mit Recht behutsam machen, eine dritte ebenso unhaltbare Hypothese aufzustellen. Dafs in diesen Erscheinungen die innere Textur der Körper, insbesondere ihr krystallinisches Gefüge die wichtigste Rolle spiele, scheint uns aufser allem Zweifel zu liegen.

Gerade diejenigen Metalle, welche sich durch ihr krystallinisches Gefüge am meisten auszeichnen, wie Antimon, Wismuth, Arsenik, Tellur, Bleiglanz, auch Zink, sind unter sich combinirt die wirksamsten thermomagnetischen Körper. Hierzu kommt, dafs die thermomagnetischen Erscheinungen auf eine so merkwürdige Weise durch die Umstände, welche auf die Art ihrer Krystallisation Einflufs äufsern, modificirt werden. Das Phänomen des Thermomagnetismus scheint uns daher in eine Classe mit den Erscheinungen der *Krystallelektricität* zu gehören und der Unterschied, welchen der *Turmalin* und die übrigen thermoelektrischen *Krystalle* zeigen, darauf zu beruhn, dafs diese schlechte Leiter, ja Isolatoren der Elektricität sind, weswegen die Trennung der Elektricitäten zu langsam erfolgt, um eigentliche wirksame elektrische Ströme bilden zu können, und die getrennten Elektricitäten zur polaren Spannung sich anhäufen müssen. Was daher noch in Rücksicht auf den dritten Theil des Problems, welches die Theorie zu lösen hat, hinzuzufügen wäre, schliefst sich am besten an eine Betrachtung des elektrischen Verhaltens des Turmalins an.

Da wir außer allen Zweifel gesetzt zu haben glauben, daſs den thermomagnetischen Erscheinungen ganz auf gleiche Weise elektrische Ströme zu Grunde liegen, wie den elektromagnetischen Erscheinungen, so findet Alles, was in den verschiedenen Artikeln dieses Wörterbuches, insbesondere im Artikel „*Elektromagnetismus*" über das Verhältniſs der Elektricität zum Magnetismus gesagt worden ist, hier auch seine Anwendung. Nur findet der wesentliche Unterschied statt, daſs in geraden Stangen von Wismuth, Antimon u. s. w., in welchen durch Erwärmung thermomagnetische Erscheinungen erregt worden sind, kein einfacher elektrischer Strom nach einer einzigen bestimmten Richtung angenommen werden kann, wie in Oersted's Leitungsdrahte, sondern daſs vielmehr in einer solchen Stange Ströme angenommen werden müssen, die sich in einer Art von Kreislauf bewegen, und in gewissen Fällen selbst mehrere, woraus allein die Verschiedenheit des Verhaltens einer solchen Stange, wie sie unter II. 6. näher auseinandergesetzt worden ist, von dem Verhalten eines Rheophors begreiflich wird.

IV. Anwendungen.

Die wichtigste und bis jetzt fast einzige nützliche Anwendung, welche von dieser interessanten Entdeckung gemacht worden ist, ist die zur genauen Messung der Temperatur, entweder in Fällen, wo unsere gewöhnlichen Thermometer nicht mehr empfindlich genug sind, oder an Orten, wo unsere Thermometer nicht so leicht oder gar nicht hingebracht werden können, oder endlich in Temperaturen, die zu hoch sind, um durch unsere gewöhnlichen Thermometer gemessen zu werden. Den Gedanken zu letzterer Anwendung verdanken wir Becquerel[1], der auch bereits Versuche in dieser Hinsicht angestellt hat. Aus den obigen Versuchen ergiebt sich, daſs bei Metallen, namentlich bei Platin, deren Schmelzpunct sehr hoch liegt, die Intensitäten des elektrischen Stromes den Temperaturdifferenzen ohne merkliche Abweichung proportional sind. Hat man also sich nach der oben von

1 Poggendorff Ann. IX. 358.

cQUEREL angegebenen Methode einen Multiplicator regulirt, erhalb dessen die Abweichungen der Magnetnadel genau in erthen von Intensitäten des elektrischen Stromes ausgedrückt rden können, und hat man für irgend eine höhere Tempeur der einen Löthstelle, die aber noch durch das hundertilige Thermometer angeblich ist, bei constanter Tempera- von 0° C. der beiden andern Löthstellen, wo die Drähte t dem Multiplicator verbunden sind, eine bestimmte Intenit des elektrischen Stromes ausgemittelt, so wird die durch ie noch höhere Temperatur der Löthstelle hervorgebrachte ſsere Intensität des elektrischen Stromes, die sich durch die weichung der Magnetnadel genau kund giebt, diese höhere mperatur unmittelbar in Graden des hunderttheiligen Thermeters angeben. Wäre z. B. durch die Temperatur der ein Löthstelle von 300° eine bestimmte Intensität des elekschen Stromes erzeugt worden und irgend eine andere Temratur dieser Löthstelle würde eine doppelt so groſse Intenät des elektrischen Stromes hervorbringen, so würde man raus schlieſsen, daſs jene Temperatur 600° Cent. betragen tte, eine dreimal so groſse Intensität würde 900° C. u. s. w. zeigen. Auf diese Weise hat namentlich BECQUEREL die gleiche Temperatur der verschiedenen Zonen einer Weinistflamme bestimmt. Er bediente sich dazu zweier verschieer Platindrähte von einem Durchmesser von ½ Millimeter. i einer Erhöhung der Temperatur ihrer Verbindungsstelle gte die Magnetnadel eine Ablenkung von 8°, welcher eine ensität von 12° entsprach. Wurde dieselbe Löthstelle in unteren blauen Theil der Flamme gebracht, da wo er mit n innern stark leuchtenden Theile zusammengrenzt, also in e die Flamme umgebende, schwach leuchtende dünne Hülle, erreichte die Ablenkung 22°,5, welche einer Intensität 54° und demnach einer Temperatur der Löthstelle von 0° entspricht; in dem stark leuchtenden Theile der Flamzeigte eine Ablenkung von 20° eine Intensität des Stro- von 44° und demnach eine Temperatur von 1080° C. und endlich verrieth die Ablenkung von 17° in dem inn dunkeln Theile der Flamme, welcher den Docht umt, eine Intensität von 32 und demnach eine Temperatur 780°, welche indeſs noch etwas niedriger angeschlagen den muſs, weil die Drähte, um in diesen dunkeln Theil

zu kommen, durch den leuchtenden Theil gesteckt werden müssen und durch diesen erhitzt werden. Dafs der äufsere schwach leuchtende Mantel der Flamme und der untere violette Theil die gröfste Hitze haben, ist auch aus andern Versuchen bekannt. ' Becquerel wiederholte diese Versuche mit Platindrähten von verschiedener Legirung und von geringerem Durchmesser und erhielt gleiche Resultate.

Auf demselben Principe beruht die Anwendung des sogenannten *magnetischen Pyrometers* von Pouillet, von welchem schon oben unter der Rubrik 6 der Thatsachen die Rede gewesen ist und durch dessen Hülfe Pouillet den Schmelzpunct mehrerer nur in höherer Temperatur schmelzbarer Metalle, des Silbers, Goldes, weifsen und grünen Gufseisens, des Stahls und Eisens, in Graden der gewöhnlichen Thermometer bestimmt hat.

Von einem noch viel ausgedehntern Gebrauche hat sich aber die Anwendung der thermoelektrischen Kette oder vielmehr der thermoelektrischen Säule zur Bestimmung niedrigerer Temperaturen bewiesen, nach der von Nobili vorgeschlagenen Einrichtung, von welcher, da sie ganz die Dienste eines sogenannten *Differentialthermometers* vertritt, unter dem Artikel *Thermometer* die Rede seyn wird.

Auch zur Bestimmung höherer Kältegrade wurde die thermoelektrische Kette von Pouillet[1] angewandt, nämlich zur Bestimmung der Kälte einer Verbindung aus fester Kohlensäure und Aether und des schmelzenden Quecksilbers, indem die Voraussetzung zum Grunde gelegt wurde, dafs die Intensität des thermoelektrischen Stromes einer Kette aus Wismuth und Kupfer, so wie sie der Temperaturdifferenz bis + 77° C. genau proportional ist, auch bis — 80 oder — 100° unter 0 der Temperaturdifferenz proportional sich verhalten werde. Die eine Löthstelle wurde auf 0 erhalten und die andere in die kalte Mischung oder in das eben schmelzende flüssige Quecksilber, um welches herum noch ein Theil starr war, getaucht. Die Ablenkungen der Magnetnadel gaben die Temperaturdifferenzen.

Eine sehr sinnreiche Anwendung der thermoelektrischen Kette zur Bestimmung der Temperaturen in grofsen Tiefen

1 Poggendorff Ann. XLI. 147.

s Meeres oder von Seen verdient auch hier eine Erwähnng. Versenkt man eine Kette aus Kupfer und Eisendraht, e mit ihren einen Enden zusammengelöthet sind und mit ihn andern Enden mit den Drähten eines Multiplicators in erbindung stehn, welche Löthstellen die Temperatur der Luft ben, in das Meer, so wird, so wie die untere Löthstelle mälig in Schichten von abweichender Temperatur gelangt d diese annimmt, die Magnetnadel durch den Grad und die t ihrer Ablenkung diese Temperaturdifferenz anzeigen. Invischen möchten wir bezweifeln, dafs bei den geringen Differenzen der Temperatur, die man auf diese Weise auszumitln hat, und bei der grofsen Ausdehnung der thermoelektrihen Kette, wenn sie in grofse Tiefen versenkt wird, der ermoelektrische Strom stark genug ist, um die Magnetnadel afficiren. Nur durch eine sehr starke künstliche Erkältung r obern Löthstelle würde man etwa den Strom verstärken d die Temperaturdifferenz bestimmen können.

Die thermomagnetische Kette kann auch dazu dienen, auf ne leichte Art die Reinheit oder Versetzung gewisser Metalle rch die Stelle, welche sie in der thermomagnetischen Reihe nnehmen, auszumitteln. Seebeck[1] hat in dieser Hinsicht esonders das Platin hervorgehoben. Ganz reines Platin liegt der Reihe dem negativen oder östlichen Ende sehr nahe, nimmt den 5ten Platz hinter dem Palladium ein, verhält ch gegen Gold und Kupfer negativ, während mit andern etallen, besonders mit Arsenik, verunreinigtes Platin sehr el tiefer, dem positiven (westlichen) Ende näher steht und ch gegen Gold und Kupfer vielmehr positiv verhält. Für den echniker wird eine auf diese Art angestellte Prüfung seiner eräthschaften aus Platin nicht ohne Nutzen seyn; doch macht ebeck darauf aufmerksam, dafs diese Versuche nur bei nieigern Temperaturunterschieden angestellt werden dürfen, da ch in höheren Temperaturen das Verhalten abändert.

P.

1 Schweigger's Journ. N. R. Th. XVI. S. 1.

Druck von C. P. Melzer.







